MATHEMATIKSPEZIFISCHES PROFESSIONSWISSEN VON SONDERPÄDAGOGINNEN UND SONDERPÄDAGOGEN

Eine empirische Studie zur Entwicklung, Evaluation und dem Einsatz eines Befragungsinstruments

Abhandlung
zur Erlangung der Doktorwürde
der Philosophischen Fakultät
der
Universität Zürich

vorgelegt von
Sarah Jandl

Angenommen im Frühjahrssemester 2016
auf Antrag der Promotionskommission:
Prof. Dr. Elisabeth Moser Opitz (hauptverantwortliche Betreuungsperson)
Prof. Dr. Aiso Heinze

Zürich, 2016

Die Realisierung einer Forschungsarbeit erfordert die Beteiligung und den Einsatz von verschiedensten Personen. Ein besonderer Dank geht an erster Stelle an die befragten Schulischen Heilpädagoginnen und Heilpädagogen sowie an die zuständigen Stellen, d.h. Ausbildungsintitutionen, sonderpädagogischen Abteilungen sowie Schulleitungen, die diese Befragung durch ihre Offenheit und ihre Mithilfe erst ermöglicht haben.
Für die vielen wertvollen Hinweise und die umfassende fachliche Begleitung möchte ich Prof. Dr. Elisabeth Moser Opitz herzlich danken. Sie hat sich für die Besprechung meiner Fragen stets Zeit genommen und mich bei der Durchführung der Studie in vielerlei Hinsicht unterstützt. Mein Dank gilt zudem Prof. Dr. Aiso Heinze, der meine Arbeit als Zweitgutachter betreut hat.
Für die konstruktive Zusammenarbeit und wertvolle Unterstützung bei der Codierarbeit möchte ich Brigitte Hepberger meinen grossen Dank aussprechen.
Ein persönliches Dankeschön geht sowohl an meine Familie, als auch meine Freundinnen und Freunde sowie an meine Wegbegleiterinnen und -begleiter, die mir bei der Umsetzung dieser Arbeit bestärkend und ermunternd zur Seite gestanden sind.

Winterthur, im Juni 2016

Sarah Jandl

Zusammenfassung
Zum mathematikspezifischen Professionswissen von Sonderpädagoginnen und Sonderpädagogen und deren Erfahrungen im Hinblick auf die mathematische Förderung von Kindern mit intellektueller Beeinträchtigung (IB) finden sich auch auf internationaler Ebene kaum Studien. Die vorliegende Arbeit leistet deshalb einen ersten Beitrag, um diese Forschungslücke zu schliessen. Mittels eines Fragebogens wurden 135 Fachpersonen aus der deutsch- und französischsprachigen Schweiz zu ihrem Wissen bezüglich der mathematischen Förderung von Kindern mit IB und ihren Erfahrungen befragt. Die Ergebnisse zeigen, dass viel Wissen zur mathematischen Förderung von Kindern mit IB – insbesondere zum Aufbau des Zahlbegriffs sowie zu den Zahlaspekten – vorhanden ist. Dabei treten zum Teil signifikante Unterschiede zwischen Personen mit unterschiedlichen Ausbildungen auf.

Abstract
Even at the international level there are hardly any studies regarding professional mathematical knowledge of special education teachers and their experiences in mathematical education of children with intellectual disability (ID). Therefore, this present thesis makes a first contribution to fill this research gap. 135 professionals from the German- and French-speaking part of Switzerland were asked about their knowledge on mathematics education amongst students with ID, and experiences. Results show that there is much knowledge concerning mathematical education of children with ID – especially regarding the development of number sense and aspects of number. However, significant differences between various training groups appear.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 7

2 Verortung der Sonderpädagogik und ihrer Profession 13

3 Professionelle Kompetenz von Lehrpersonen 16

3.1 Theoretische Bestimmungsversuche von Professionalität 16
3.1.1 Professionalität aus Sicht des Expertenansatzes 19
3.1.2 Entwicklung des Professionsverständnisses 20
3.1.3 Drei Bestimmungsansätze zur Professionalität 22
3.2 Struktur des professionellen Wissens von Lehrpersonen 25
3.2.1 Topologie des professionellen Wissens nach Shulman (1986, 1987) 26
3.2.2 Rekonzeptualisierung des Modells nach Ball et al. (2008) 30
3.3 Professionelle mathematische Kompetenz 35
3.3.1 Modelle zur Wirkung des Professionswissens im Unterrichtskontext 38
3.3.2 Forschungsergebnisse zur Kompetenz von Mathematiklehrpersonen 40
3.3.3 Einflussnehmende Merkmale hinsichtlich der Bildungsqualität 47
3.4 Messung von professioneller Kompetenz 52
3.5 Merkmale sonderpädagogischer Professionalität 54
3.5.1 Professionalität Schulischer Heilpädagoginnen und Heilpädagogen 54
3.5.2 Effektive Förderung als Aufgabe der Profession 60
3.5.3 Forschungsergebnisse zu professionellen Kompetenzen von Sonderpädagoginnen und Sonderpädagogen 62

4 Mathematiklernen bei intellektueller Beeinträchtigung 64

4.1 Intellektuelle Beeinträchtigung 64
4.1.1 Definition des Phänomens intellektuelle Beeinträchtigung 65
4.1.2 Definitionsansätze bedeutender Klassifikationssysteme 66
4.2 Numerische Entwicklung im Kindesalter 71
4.2.1 Klassisches Modell zur Zahlbegriffsentwicklung 72
4.2.2 Alternatives Entwicklungsmodell: Das Skills-Integration-Modell 75
4.2.3 Zentrale Voraussetzungen für das mathematische Lernen 83
4.2.4 Modelle und Konzepte in Anlehnung an Piaget 87
4.3 Studien zur mathematischen Kompetenz von Kindern und Jugendlichen mit intellektueller Beeinträchtigung 91
4.4 Förderung im Kontext von intellektueller Beeinträchtigung 99
4.4.1 Mathematikdidaktische Grundlagen und Konzepte 101

4.4.2 Ansätze zur Förderung von Lernenden mit intellektueller Beeinträchtigung 106
4.4.3 Zur Effektivität von Fördermassnahmen 114
4.4.4 Arbeitsmittel und Veranschaulichungen 116

5 Mathematikspezifisches Professionswissen von Schulischen Heilpädagoginnen und Heilpädagogen im Hinblick auf die Entwicklung und Förderung von Kindern mit intellektueller Beeinträchtigung 123

5.1 Zusammenschau der theoretischen Grundlagen 123
5.2 Aspekte des mathematikspezifischen Professionswissens von Schulischen Heilpädagoginnen und Heilpädagogen 127

6 Darstellung der Untersuchung 132

6.1 Fragestellungen und Hypothesenformulierung 132
6.2 Untersuchungsplan 135
6.3 Entwicklung des Befragungsinstruments 137
6.3.1 Entwicklung der Items: Frageformate und Erhebungsziele 138
6.3.2 Konstrukt-Operationalisierung mittels kriterienorientierter Items 141
6.3.3 Zur Codierung der Items 144
6.3.4 Testgütekriterien und Kriterien zur Itementwicklung 146
6.4 Durchführung der Vor- und Hauptuntersuchung 149
6.4.1 Beschreibung der Stichprobe 149
6.4.2 Bedingungen und Vorgehensweisen bei der Hauptuntersuchung 157
6.5 Statistische Methoden 158

7 Ergebnisse zum mathematikspezifischen Professionswissen von Schulischen Heilpädagoginnen und Heilpädagogen 162

7.1 Qualitätsuntersuchung des entwickelten Befragungsinstruments 162
7.1.1 Messtheoretische Prüfung zentraler Gütekriterien 162
7.1.2 Itemanalyse 165
7.2 Deskriptiv-statistische Parameter 167
7.2.1 Überblick: Deskriptiv-statistische Evaluation des Instruments zur Erfassung des mathematikspezifischen Professionswissens 167
7.2.2 Einblick: Mathematikspezifisches Professionswissen von Schulischen Heilpädagoginnen und Heilpädagogen 170
7.3 Untersuchung der Struktur des mathematikspezifischen Professionswissens von Schulischen Heilpädagoginnen und Heilpädagogen 175
7.3.1 Explorative Faktorenanalyse zur Dimensionsreduzierung 175
7.3.2 Inhaltliche Beschreibung der ermittelten Faktoren 182

7.4 Hypothesenprüfung: Ausprägung des mathematikspezifischen Professionswissens bei unterschiedlicher Ausbildung ... 185
7.4.1 Prüfung möglicher Leistungsunterschiede zwischen den befragten Personen hinsichtlich anderer Merkmale ... 188
7.4.2 Kontrolle möglicher Einflussfaktoren auf das mathematikspezifische Professionswissen der befragten Fachpersonen ... 190
7.5 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse ... 192

8 Ergebnisse zu den Einschätzungen und Erfahrungen der Befragten ... 197

8.1 Durchführung der qualitativen Datenanalyse ... 197
8.2 Als wichtig und herausfordernd erlebte Aspekte des Mathematikunterrichts ... 200
8.2.1 Wichtige und herausfordernde Elemente auf Vermittlungsebene ... 201
8.2.2 Wichtige und herausfordernde Elemente auf Sachebene ... 206
8.2.3 Wichtige und herausfordernde Elemente auf Aneignungsebene ... 208
8.3 Einsatz von Lehr- und Unterrichtsmaterialien ... 210
8.3.1 Zum Einsatz von Lehrmitteln im Mathematikunterricht für Kinder mit intellektueller Beeinträchtigung ... 210
8.3.2 Bekanntheit und Einsatz von Förderprogrammen/Materialien ... 213
8.4 Vermittelte Entwicklungsmodelle in der Ausbildung in Schulischer Heilpädagogik ... 216
8.5 Ergebniszusammenfassung und Interpretation ... 219

9 Diskussion der Ergebnisse und Schlussfolgerungen ... 222

9.1 Zusammenfassung und Einordnung der Ergebnisse ... 222
9.1.1 Ergebnisinterpretation und Folgerungen ... 225
9.1.2 Einschränkungen der Untersuchung und Konsequenzen ... 229
9.1.3 Zur Qualität des entwickelten Befragungsinstruments und der Items ... 233
9.2 Folgerungen, Empfehlungen und Ausblick ... 236

10 Verzeichnisse ... 240

10.1 Abbildungen ... 240
10.2 Tabellen ... 242
10.3 Literatur ... 243

11 Anhang ... 264

11.1 Statistische Daten zum quantitativen Untersuchungsteil ... 264
11.2 Lebenslauf ... 267

1 Einleitung

Professionelles Wissen, das in Handlungskompetenz überführt wird, bildet die Grundlage für erfolgreiches Unterrichten (Kracht, 2014). Dies bestätigen auch verschiedene Studien, die zeigen, dass die professionellen mathematischen Kompetenzen der Lehrpersonen eine wichtige Voraussetzung für wirksamen Mathematikunterricht bilden, da diese den Kompetenzzuwachs ihrer Schülerinnen und Schüler massgeblich beeinflussen (vgl. Staub & Stern, 2002; Ball, Hill & Bass, 2005; Hill, Rowan & Ball, 2005). Als Reaktion auf die internationalen Vergleichsstudien von Schülerinnen- und Schülerleistungen folgten denn auch empirische Studien zur Messung der professionellen Kompetenz von Lehrpersonen und Lehramtsstudierenden wie beispielsweise die Projekte *Cognitive Activation in the Classroom: The Orchestration of Learning Opportunities for the Enhancement of Insightful Learning in Mathematics* (COACTIV) (Kunter et al., 2011) und *Teacher Education and Development Study in Mathematics* (TEDS-M) (Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2010). Während in der empirischen Bildungsforschung sowohl die professionellen mathematischen Kompetenzen von Lehrpersonen als auch damit verbunden die Mathematikleistungen der Schülerinnen und Schüler umfassend untersucht wurden, finden diese Themen in der Sonderpädagogik[1] wenig Beachtung. Ähnlich den grossen Vergleichsstudien COACTIV und TEDS-M, soll sich deshalb auch in dieser Arbeit die Aufmerksamkeit auf einen zentralen Faktor richten: die Qualität oder Professionalität von Lehrenden (Blömeke et al., 2009, S. 181) – im sonderpädagogischen Kontext demnach von Schulischen Heilpädagoginnen und Heilpädagogen (SHP[2]).

Schulische Heilpädagoginnen und Heilpädagogen sind in erster Linie zumeist Lehrpersonen, die über eine Zusatzausbildung bzw. einen Diplom- oder Masterabschluss im Bereich Sonderpädagogik bzw. Schulische Heilpädagogik verfügen. Die zentrale Berufsaufgabe von SHP besteht in der Erziehungs- und Bildungsarbeit bei Kindern und Jugendlichen mit einem besonderen Bildungsbedarf[3] sowie einer gefährdeten, gestörten oder behinderten Entwicklung (Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK), 2008). Dabei gilt zu berücksichtigen, dass die professionellen Tätigkeitsfelder von SHP in Abhängigkeit

[1] Die Begriffe Sonderpädagogik und Heilpädagogik werden in dieser Arbeit synonym verwendet.
[2] Das Akronym SHP steht gleichermassen für männliche und weibliche Fachpersonen und wird
[2] Das Akronym SHP steht gleichermassen für männliche und weibliche Fachpersonen und wird sowohl zur Bezeichnung der Berufsgruppe als auch der Disziplin Schulische Heilpädagogik verwendet.
[3] Ausgehend von der einheitlichen Terminologie der Interkantonalen Vereinbarung über die Zusammenarbeit im Bereich Sonderpädagogik der EDK wird dann von einem besonderem Bildungsbedarf gesprochen, wenn ein Kind aufgrund der starken Beeinträchtigung seiner Entwicklungs- und Bildungsmöglichkeiten dem Regelschulunterricht nicht bzw. nicht mehr folgen kann oder wenn ein anderer besonderer Bildungsbedarf festgestellt worden ist, so z. B. eine intellektuelle Beeinträchtigung (EDK, 2007a).

von der Schulform, dem Standort als auch der jeweiligen Schülerinnen- und Schülerschaft stark variieren können.
In Anbetracht der heterogenen Ausgangslage, die neben den unterschiedlichen sonderpädagogischen Schulformen auch geprägt ist von einer differierenden Unterrichtspraxis sowie den unterschiedlichen Ausbildungsvoraussetzungen des zuständigen Fachpersonals, ist unklar, inwieweit sich die praktizierte mathematische Förderung von Kindern mit intellektueller Beeinträchtigung (IB) am empirischen Erkenntnisstand orientiert und über welches professionelle Wissen die SHP im Hinblick auf den Mathematikunterricht (MU) mit diesen Lernenden verfügen. Klar ist hingegen, dass gerade Schülerinnen und Schüler mit besonderem Bildungsbedarf auf hochwertige Unterstützung angewiesen sind (vgl. Gustafsson & Undheim, 1996; Johnson & Semmelroth, 2013; Rowan, Chiang & Miller, 1997) und damit verbunden die Unterrichtsqualität von zentraler Bedeutung ist (Gustafsson & Undheim, 1996, S. 252). Dem besonderen Bildungsbedarf von Kindern und Jugendlichen mit einer IB (IQ < 70) wird im Schulsystem insofern Rechnung getragen, als sowohl in integrativen als auch in separativen Schulformen die Förderung zu einem Grossteil der Schulischen Heilpädagogin oder dem Schulischen Heilpädagogen obliegt. Die Umsetzung der sonderpädagogischen Förderung ist jedoch geprägt vom Mangel an ausgebildeten SHP, aufgrund dessen vermehrt Personal eingesetzt wird, das die geforderte Qualifikation nicht oder nur teilweise mitbringt. So stellte Bless (2007, S. 71) im Rahmen seiner Untersuchung fest, dass 31% der sonderpädagogisch tätigen Fachpersonen (d. h. 4 von insgesamt 13 Personen) nicht über die nötige abgeschlossene Ausbildung verfügten. Weiter gilt zu berücksichtigen, dass die Ausbildungsprofile von SHP in der Schweiz – gerade mit Blick auf die Schülerschaft mit IB – eine hohe Heterogenität aufweisen: Vor rund zehn Jahren war die Vielfalt an heilpädagogischen Ausbildungsmöglichkeiten besonders gross und variierte je nach Standort sowohl hinsichtlich der verlangten Voraussetzungen, der Studiendauer als auch der Bezeichnung der Diplome. Einige Ausbildungsorte verliehen (ausgehend von einem Lehrpersonendiplom für den Regelunterricht) bereits damals Diplome in Schulischer Heilpädagogik, während andere Institutionen – so z. B. die Berufs-, Fach- und Fortbildungsschule BFF[4] in Bern – sogenannte Diplome für Lehrerinnen und Lehrer für „Geistigbehinderte“ vergab, ohne ein Lehrerinnen- und Lehrerpatent vorauszusetzen. Obwohl die Ausbildungsmöglichkeiten in Schulischer Heilpädagogik im Rahmen der Bologna-Reform zunehmend vereinheitlicht wurden, weisen diese noch heute standortbedingte Differenzen auf. So lassen sich beispielsweise Studi-

[4] Der Studiengang zum Lehrer bzw. zur Lehrerin für Menschen mit geistiger Behinderung (LG) an der Berufs-, Fach- und Fortbildungsschule Bern (BFF) wurde 2009 nach 35 Jahren geschlossen. Die EDK stellte nach jahrelangen Abklärungen im Jahr 2010 rückwirkend die gesamtschweizerische Anerkennung für die sogenannte LG-Ausbildung aus (vgl. Berufs-, Fach- und Fortbildungsschule Bern, 2010).

engänge in Schulischer Heilpädagogik (SHP) mit spezifischen Studienschwerpunkten (z. B. Pädagogik für Menschen mit IB) von jenen „allgemeinen" Studiengängen in SHP ohne Wahlmöglichkeit einer Studienrichtung unterscheiden. Verbunden mit den heterogenen Ausbildungshintergründen des zuständigen Fachpersonals ist davon auszugehen, dass nicht alle Personen, die für die mathematische Förderung von Kindern mit IB zuständig sind, über ein entsprechendes berufs- und fachspezifisches Wissen verfügen. Damit verbunden muss angenommen werden, dass gegenwärtig nicht alle Schülerinnen und Schüler mit besonderem Bildungsbedarf von einer wirksamen Unterrichtspraxis im Fachbereich Mathematik profitieren können, auch wenn gerade bei jenen Kindern eine empirisch fundierte bzw. effektive Förderung unabdingbar ist. Zwar liegen verschiedene internationale Vergleichsstudien zum fachdidaktischen Wissen und Fachwissen von Regellehrpersonen und Lehramtsstudierenden und vereinzelt auch qualitative Untersuchungen zu bestimmten Aspekten sonderpädagogischer Professionalität vor, jedoch fehlen bisher Studien, die sich mit der direkten Messung des fachspezifischen Professionswissens von SHP befassen. Erkenntnisse zum professionellen Wissen von SHP sind nicht nur hinsichtlich der sonderpädagogischen Förderpraxis von Bedeutung, sondern insbesondere auch wichtig, um Folgerungen für die Aus- und Weiterbildung Schulischer Heilpädagoginnen und Heilpädagogen ziehen zu können. Die vorliegende Arbeit setzt sich deshalb zum Ziel, diese Forschungslücke zu schliessen, indem ein Befragungsinstrument zur Erfassung des mathematikspezifischen Professionswissens von SHP entwickelt und eingesetzt wird. Gemäss der Forderung von Klauer (2000) nach mehr quantitativer Forschung im Bereich der Sonderpädagogik wird im Gegensatz zu herkömmlichen Untersuchungen ein hypothesenprüfendes Vorgehen gewählt, das mit qualitativen Elementen ergänzt wird. Die vorliegende Arbeit umfasst drei zentrale Zielsetzungen:

- die Entwicklung eines Befragungsinstruments für SHP, Studierende in SHP und für in der Funktion als SHP tätige Personen, basierend auf empirisch fundierten Erkenntnissen aus der Professionsforschung, der Entwicklungspsychologie und der Mathematikdidaktik,
- der Einsatz und die Evaluation des entwickelten Befragungsinstruments zur Erfassung des mathematikspezifischen Professionswissens anhand von zu bewertenden Items,
- die Gewinnung von Einsicht in die Erfahrungen und Einschätzungen von sonderpädagogischem Fachpersonal mittels entsprechender Fragen im Rahmen des Instrumenteneinsatzes.

Ein erstes Teilziel der vorliegenden Forschungsarbeit besteht darin, ein Befragungsinstrument für SHP sowie für in der Funktion als SHP tätige Personen zu entwickeln, das auf empirisch fundierten Erkenntnissen zur Zahlbegriffsentwicklung und aktuellen mathematikdidaktischen Förderansätzen basiert. In Anlehnung an evaluierte Modelle zum Fachwissen und fachdidaktischen Wissen von Lehrpersonen im Fachbereich der Mathematik sollen dabei verschiedene Facetten des sonderpädagogischen Professionswissens im Hinblick auf die Förderung von Kindern mit IB erfasst werden können, wobei im Rahmen dieser Arbeit der Fokus auf Lernenden mit einer *leichten intellektuellen Beeinträchtigung* (IQ-Grenzen zwischen 70–50; vgl. Hennicke, Buscher, Häßler & Roosen-Runge, 2009, S. 11) liegt.

Bislang liegen theoretische Beschreibungen der professionellen Kompetenzen von Sonderpädagoginnen und Sonderpädagogen vor, jedoch fehlt es an Untersuchungen, die datenbasiert einen struktursuchenden Ansatz in der Untersuchung des mathematikspezifischen Professionswissens von SHP verfolgen. Ausgehend von diesem Forschungsdesiderat lautet die erste Fragestellung: *Wie ist das mathematikspezifische Professionswissen von SHP strukturiert?*

Diese Frage bezieht sich damit auf die Dimensionen des mathematikspezifischen Wissens (wie z. B. fachdidaktisches Wissen und Fachwissen), wobei die zu untersuchenden Wissensdimensionen als Strukturmerkmal verstanden werden. Hierbei gilt zu berücksichtigen, dass die Strukturierung des aus den Daten abgeleiteten Professionswissens vom entwickelten Instrument abhängig ist bzw. von den darin enthaltenen Items.

Es ist davon auszugehen, dass die befragten Personen heterogene Ausbildungshintergründe aufweisen. In Studien zum professionellen Wissen von Mathematiklehrkräften und angehenden Mathematiklehrpersonen konnte gezeigt werden, dass sich die Befragten je nach Ausbildung und Unterrichtsstufe hinsichtlich ihres Professionswissens unterscheiden. Damit stellt sich die Frage nach der Ausprägung des mathematikspezifischen Professionswissens der verschiedenen Ausbildungsgruppen, womit die zweite Fragestellung wie folgt lautet: *Inwiefern weisen SHP mit verschiedenen Ausbildungen ein unterschiedliches mathematikspezifisches Professionswissen auf?*

Dem ist anzumerken, dass in dieser Arbeit alle Befragten unter dem Akronym SHP zusammengefasst werden, auch wenn sie (noch) nicht über die Ausbildung in Schulischer Heilpädagogik verfügen. In Studien zum professionellen Wissen von Mathematiklehrkräften und angehenden Mathematiklehrpersonen konnte gezeigt werden, dass sich die Befragten je nach Ausbildung und Unterrichtsstufe hinsichtlich ihres Professionswissens unterscheiden. Im Anschluss an die Überprüfung möglicher Unterschiede bezüglich des Professionswissens bei verschiedenen Ausbildungsgruppen werden zudem mögliche Einflussfaktoren auf das mathematikspezifische Professionswissen von SHP kontrolliert.

Neben den vorab genannten zwei Leitfragen des quantitativen Untersuchungsteils sollen zudem auch Fragestellungen beantwortet werden, welche die subjektive Sichtweise der Befragten einbeziehen und dadurch Aufschluss über die konkrete Unterrichtspraxis geben: *Was erachten SHP für den Mathematikunterricht von Kindern mit IB als wichtig, was erleben sie als herausfordernd? Welche Lehrmittel, Förderprogramme und Materialien werden zur mathematischen Förderung von Kindern mit IB eingesetzt?*

Weiter interessiert auch, inwiefern empirisch abgestützte Erkenntnisse aus der Zahlbegriffsentwicklung (vgl. Gelman & Gallistel, 1978; Fuson, 1988; Krajewski & Ennemoser, 2013) in der Ausbildung in Schulischer Heilpädagogik thematisiert werden. Es stellt sich somit folgende Frage: *Welche Entwicklungsmodelle mathematischer Kompetenzen wurden den Probandinnen und Probanden in der SHP-Ausbildung vermittelt?*

Um die genannten Fragen zu beantworten, werden mittels einer Querschnittstudie Probandinnen und Probanden mit unterschiedlichen Arbeits- und Ausbildungshintergründen (integrativ tätige SHP, separativ tätige SHP und Studierende in SHP am Ende ihrer Ausbildung) zu einem Messzeitpunkt per Papier-Bleistift-Fragebogen oder mittels Online-Umfrage befragt.

Vorab gilt es allerdings, die Thematik in einen theoretischen Rahmen einzubetten sowie den aktuellen Forschungsstand zu beleuchten. Die Verortung der sonderpädagogischen Profession erfolgt im *Einführungskapitel 2* im Anschluss. Die darauffolgenden Ausführungen umfassen zwei Hauptkapitel:

Das *Kapitel 3* widmet sich der grundlegenden Auseinandersetzung mit dem Professionsverständnis bei Lehrpersonen, wobei verschiedene Ansätze zur Bestimmung der Professionalität berücksichtigt werden. Ausgehend von den vorliegenden Forschungsfragen liegt der Fokus dabei auf dem *Wissen* als Facette des komplexen Wirkungsgefüges der professionellen Kompetenz einer Lehrperson (Klieme et al., 2007, S. 73). In Anlehnung an Shulmans (1985) einflussreiche Unterscheidung der miteinander verbundenen Bereiche *Fachwissen* und *fachdidaktisches Wissen* werden unterschiedliche Konzeptualisierungen des fachspezifischen Professionswissens vorgestellt. Weiter werden Erkenntnisse zur Bedeutung dieses Wissens für die Lernentwicklung der Schülerinnen und Schüler aufgezeigt und mögliche Einflussfaktoren hinsichtlich des Professionswissens benannt. Abschliessend werden zentrale Merkmale der sonderpädagogischen Professionalität sowie Untersuchungsergebnisse zur Kompetenz von Sonderpädagoginnen und Sonderpädagogen dargelegt. Das *Kapitel 4* wird mit der Beschreibung und Definition des Phänomens intellektuelle Beeinträchtigung bzw. geistige Behinderung eröffnet. Danach werden Erkenntnisse zur numerischen Entwicklung im Kindesalter aus der Sicht unterschiedlicher Konzepte und Modelle zur Zahlbegriffsentwicklung dargestellt, wobei der Fokus auf neueren und empirisch bestätigen Konzeptionen wie z. B. dem Zahl-Grössen-Verknüpfungsmodell (ZGV-Modell) von

Krajewski und Ennemoser (2013) liegt. Zudem werden aktuelle Forschungsergebnisse zu den mathematischen Kompetenzen von Kindern mit IB dargestellt. Im Anschluss daran werden verschiedene Ansätze zur Förderung bei intellektueller Beeinträchtigung aus der Sonderpädagogik und der Mathematikdidaktik beleuchtet und gängige Förderprogramme und -konzepte sowie Unterrichtsmaterialien exemplarisch vorgestellt. Das *Kapitel 5* stellt sodann die Konklusion der vorangegangenen Ausführungen dar, indem die theoretischen Dimensionen der sonderpädagogischen Professionalität vor dem Hintergrund zentraler Inhaltsbereiche der mathematischen Förderung von Kindern mit IB in einer eigenen Darstellung zusammengeführt veranschaulicht werden. Dies ist insofern von Bedeutung, als Kompetenzen immer abhängig sind von der jeweiligen Situation und dem Kontext, in den diese eingebettet werden (Biehler & Leuders, 2014, S. 2), und die Betrachtung des mathematikspezifischen Professionswissens damit den Einbezug der beiden Disziplinen Sonderpädagogik *und* Mathematikdidaktik erfordert.

Im Anschluss an den theoretischen Teil werden in *Kapitel 6* die Untersuchungsziele sowie die damit einhergehenden Fragestellungen und Hypothesen der vorliegenden Forschungsarbeit vorgestellt. Des Weiteren wird die Operationalisierung des Konstrukts *mathematikspezifisches Professionswissen von SHP*, die den Ausgangspunkt zur Entwicklung des Befragungsinstruments darstellt, vorgenommen. Die Instrumentenentwicklung wird dann anhand der exemplarischen Darstellung mehrerer Items sowie grundlegender Informationen zur Fragebogenentwicklung ausführlich beschrieben. Weiter werden Informationen zur Stichprobe und zu den gewählten statistischen Methoden präsentiert.

In *Kapitel 7* erfolgt die Ergebnisdarstellung der quantitativen Untersuchung, die als Grundlage für die Prüfung von drei Forschungshypothesen dient. Damit verbunden werden die ersten zwei Forschungsfragen beantwortet, die sich auf die Struktur des mathematikspezifischen Professionswissens (MPW) von SHP als auch auf Unterschiede hinsichtlich der Ausprägung des Professionswissens von SHP mit verschiedenen Ausbildungen beziehen. Das *Kapitel 8* beinhaltet dagegen die Ergebnisse der qualitativen Untersuchung und dient damit der Beantwortung der drei informationsbasierten Fragen. Hier werden die gesammelten und verarbeiteten Daten zum Einsatz von Lehrmitteln, Förderprogrammen und -materialien als auch zur Bekanntheit von Modellen zur Zahlbegriffsentwicklung präsentiert. Schliesslich werden in *Kapitel 9* die Ergebnisse hinsichtlich ihrer Relevanz zusammenfassend dargestellt und kritisch diskutiert. Die Arbeit schliesst sodann mit Folgerungen und Empfehlungen sowie einem Ausblick auf mögliche zukünftige Forschungsthemen.

2 Verortung der Sonderpädagogik und ihrer Profession

Die Auseinandersetzung mit Aspekten des sonderpädagogischen Professionswissens erfordert die Beschreibung der Berufsgruppe und ihrer professionellen Aufgaben. Hier sei darauf verwiesen, dass verbunden mit der synonymen Verwendung der Berufsbezeichnungen *Sonderpädagoginnen und Sonderpädagogen* bzw. *Schulische Heilpädagoginnen und Heilpädagogen* auch die verwendeten Termini zur Bezeichnung der Disziplin *Sonderpädagogik* und der historisch gesehen ältere Begriff *Heilpädagogik*, nicht unterschieden werden. Im Laufe der Geschichte wurden verschiedene *Spezialpädagogiken* als Teilgebiete der Sonderpädagogik benannt (Ellger-Rüttgardt, 2004, S. 417) und bis heute gibt es im sonderpädagogischen Arbeitsfeld unterschiedliche Ausbildungen und Berufsrichtungen. Auch wenn sich die Berufsaufgaben zuweilen unterscheiden, so besteht die Gemeinsamkeit hinsichtlich der Tätigkeiten und der professionellen Wissenskomponenten darin, „dass es sich in jedem Fall um Aspekte der Arbeit von Menschen mit Menschen handelt und dass sich das Wissen zur Durchführung und Reflexion der Tätigkeiten […] eigenen [sic!] muss“ (Graf & Weisser, 2005, S. 55). Entsprechend der Fragestellungen der vorliegenden Arbeit liegt der Fokus dabei auf Fachpersonen, die ein „schulorientiertes Profil“ (ebd.) aufweisen, bzw. auf dem Professionswissen von Schulischen Heilpädagoginnen und Heilpädagogen als Teil deren beruflicher Kompetenz.

Ausbildung und Berufsbezeichnung

Aufgrund der unterschiedlichen Ausbildungshintergründe besteht bezüglich der Verortung sonderpädagogischer Lehrpersonen Klärungsbedarf: Als Grundlage und Voraussetzung für das Studium in Schulischer Heilpädagogik gilt zumeist ein Lehrdiplom oder – seit Einführung der Bologna-Richtlinien 2003 – ein *Bachelor of Arts,* beispielsweise für die Primarstufe. Angehende Schulische Heilpädagoginnen und Heilpädagogen müssen zudem eine zusätzliche Ausbildung in Form eines Diploms oder – entsprechend Bologna-Reform – eines *Masters* (MA) in Schulischer Heilpädagogik absolvieren. Somit sind sie in erster Linie Lehrpersonen – wenngleich mit einer Zusatzqualifikation bzw. -ausbildung. Allerdings ist ausgehend von vorangegangenen Untersuchungen anzunehmen, dass aufgrund des Mangels an ausgebildeten SHP häufig Fachpersonal eingesetzt wird, das (noch) nicht über eine umfassende sonderpädagogische Ausbildung verfügt (vgl. Bless, 2007). Des Weiteren gibt es, wie eingangs der Arbeit erwähnt, alternative Ausbildungen (wie beispielsweise die BFF-Ausbildung), die mit der Unterrichtsberechtigung für Lernende mit IB einhergehen. Der Begriff *Schulische Heilpädagogin* bzw. *Schulischer Heilpädagoge* wird somit in der Praxis sowohl für die Bezeichnung des Berufs als auch der Rolle verwendet. Dies führt dazu, dass für Personen

ohne entsprechende Ausbildung, die in der *Funktion* als SHP tätig sind, dieselbe Berufsbezeichnung verwendet wird.
Die nachfolgende Beschreibung sonderpädagogischer Kompetenzen und Arbeitsfelder geht dennoch von der umfassenden Ausbildung in Schulischer Heilpädagogik bzw. Sonderpädagogik aus, wie sie heutzutage an verschiedenen Ausbildungsinstitutionen in Form eines Masterstudiums absolviert werden kann.

Sonderpädagogische Arbeitsfelder
An dieser Stelle werden nicht alle sonderpädagogischen Arbeitsfelder beschrieben, sondern – im Hinblick auf die dieser Arbeit zugrunde liegenden Fragestellungen – insbesondere jene Schulformen, in denen Kinder und Jugendliche mit IB unterrichtet werden.
Laut der Schweizerischen Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK) (2008) haben Schulische Heilpädagoginnen und Heilpädagogen die professionelle Aufgabe, präventive und erzieherische Unterstützung bei Kindern mit einer gefährdeten, gestörten oder behinderten Entwicklung zu leisten. Dies tun sie in integrativen und separativen Settings, wobei das sonderpädagogische Angebot von den jeweiligen kantonalen und regionalen Bedingungen bestimmt wird. Während in integrativen Schulformen gefordert wird, dass sich die sonderpädagogische Förderung – und damit verbunden auch das Fachpersonal – subsidiär in Organisationsstrukturen des allgemeinen Schulsystems einfügt (Moser, 2003, S. 160), agieren Schulische Heilpädagoginnen und Heilpädagogen in Sonderschulen zumeist als Klassenlehrpersonen. Gemäss den verschiedenen Schulformen gibt es deshalb neben deutlichen Überschneidungen auch Unterschiede hinsichtlich der beruflichen Aufgabenfelder zu verzeichnen (vgl. Melzer & Hillenbrand, 2013, S. 200). Somit sehen sich Schulische Heilpädagoginnen und Heilpädagogen je nach Arbeitsort mit anderen Anforderungen konfrontiert. Als zentrale Herausforderung der Integration werden dabei vermehrt Komponenten der Kooperation – wie beispielsweise die Beratungstätigkeit (vgl. Teumer, 2012) – benannt, wohingegen im Klassenunterricht an der Sonderschule möglicherweise andere Elemente (wie z. B. das Classroom Management) im Vordergrund stehen.

Integrative versus separative Schulformen
Auch wenn keine genauen Zahlen zur Integrationsquote von Lernenden mit IB vorliegen, so ist aufgrund jüngerer Entwicklungen anzunehmen, dass gerade Kinder mit einer leichten bis mittelgradigen IB mit einer steigenden Tendenz auch integrativ beschult werden (Sermier Dessemontet, Benoit & Bless, 2011, S. 292). Während die Wirksamkeit der Integration bei Kindern mit einer Lernbehinderung umfangreich erforscht wurde (vgl. Bless, 2007), liegen kaum Studien vor, die sich mit der Wirkung der Integration bei Kindern mit IB beschäftigen. Als eine der

wenigen Untersuchungen in diesem Bereich kann die Forschungsarbeit von Sermier Dessemontet, Benoit und Bless (2011) der Universität Fribourg genannt werden. Basierend auf einer Stichprobe von 134 Schweizer Schulkindern mit IB (55 davon wurden im Rahmen einer „Einzelintegration[5]“ beschult, 79 in der Sonderschule) kommen die Verfasserinnen und der Verfasser zum Schluss, dass die integrierte sonderpädagogische Förderung „mindestens gleich gute und in den sprachlichen Leistungen sogar leicht grössere Lernfortschritte ergibt als die Sonderbeschulung“ (Sermier Dessemontet et al., 2011, S. 303). Martschinke, Kopp und Ratz (2012, S. 197-198) fassen die Ergebnisse ihrer Längsschnittuntersuchung mit zwei Integrationsklassen (N = 31, davon 14 Kinder mit IB) dahingehend zusammen, dass der soziale Status von Kindern mit IB in integrativen Setting grösstenteils unbedenklich ist, wobei sie sich für eine integrative Förderung mit Elementen des kooperativen Lernens, aber auch der Einzelförderung aussprechen. Ausgehend von vorangegangenen Untersuchungsergebnissen nehmen sie zudem an, dass Schülerinnen und Schüler mit besonderem Bildungsbedarf in integrativen Settings ebenso viel Kontakt zu sonderpädagogischen Lehrpersonen haben wie in separativen Schulformen (Martschinke et al., 2012, S. 198). Dies ist für die vorliegende Arbeit insofern von Bedeutung, als trotz struktureller Unterschiede der verschiedenen Schulformen scheinbar auch vergleichbare Arbeitsbedingungen vorzufinden sind, wenn es um die schulische Förderung von Lernenden mit IB geht.

[5] Eine *Einzelintegration* beinhaltet umfassende sonderpädagogische Ressourcen (z. B. 14 Lektionen), die aufgrund der Diagnose IB (IQ < 70) gesprochen werden. Der Begriff bedeutet nicht zwingend, dass nur ein Kind pro Klasse integriert werden kann. Teilweise werden Kinder mit IB auch in sogenannten *Integrationsklassen* mit mehreren Kindern mit einem attestierten besonderen Bildungsbedarf unterrichtet, die vollumfänglich von zwei Lehrpersonen (einer Regellehrperson und einer bzw. einem SHP) unterrichtet werden.

3 Professionelle Kompetenz von Lehrpersonen

3.1 Theoretische Bestimmungsversuche von Professionalität

> Literally hundreds of studies confirm that the best teachers know their subjects deeply, understand how people learn, and have mastered a range of teaching methods. These findings hold true for high school fields ranging from mathematics and science to vocational education, as well as for early childhood and elementary education. Better prepared teachers are strikingly more effective in developing higher-order thinking skills and in meeting the needs of diverse students through different learning approaches. (National Commission on Teaching and America's Future (NCTAF), 1996, S. 52)

Dieses Zitat der US-amerikanischen Unterrichtskommission (NCTAF) macht unmissverständlich klar, dass verschiedene fachspezifische und überfachliche Komponenten der Kompetenz von Lehrpersonen von Bedeutung für den Unterricht und die Lernenden sind. Auch im vorliegenden Kapitel geht es nicht darum, *ob* professionelle Kompetenz wichtig ist – denn das scheint im Hinblick auf zahlreiche Studien unbestritten –, vielmehr geht es darum, welche Dimensionen die Lehrerinnen- und Lehrerkompetenz umfasst, wie diese professionellen Kompetenzen bei Lehrpersonen und Lehramtsstudierenden ausgeprägt sind und inwiefern diese unter Berücksichtigung verschiedener Wirkungsfaktoren Einfluss auf die Lernleistungen der Schülerinnen und Schüler haben.

Aufgrund der dürftigen Forschungslage zur professionellen Kompetenz von SHP und der Tatsache, dass diese in erster Linie ebenfalls als Lehrpersonen – wenn auch mit sonderpädagogischen Funktionen (EDK, 2007b) – tätig sind, wird dabei in diesem Kapitel auf Erkenntnisse und Ergebnisse aus der Forschung zum Lehrerinnen- und Lehrerberuf zurückgegriffen. Anders als im Bereich der Sonderpädagogik wurde im Bereich der allgemeinen Pädagogik in den vergangenen drei Jahrzehnten eine Vielzahl von Forschungsberichten und Publikationen zur professionellen Kompetenz von Lehrpersonen sowie angehenden Lehrkräften bzw. Lehramtsstudierenden veröffentlicht – sowohl im Fachbereich der Mathematik, wie z. B. die internationale Studie TEDS-M (Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2010); die deutsche COACTIV-Studie (Kunter et al., 2011); die US-amerikanische LMT-Studie (Hill, 2007; Hill, Schilling & Ball, 2004), als auch in anderen Fachbereichen wie beispielsweise Chemie (vgl. Dollny, 2011) oder Physik (vgl. Kirschner, 2013).

Im aktuellen pädagogischen Diskurs ist *Kompetenz* dabei ein Begriff, der sowohl in Verbindung zur Leistung der Schülerinnen und Schüler als auch in Bezug auf die Unterrichtsqualität und Professionalität von Lehrpersonen häufig genannt wird. Wirksamer Unterricht setzt aufseiten der Lehrenden – damit eingebunden auch Schulische Heilpädagoginnen und Heilpädagogen – professionelle Kompetenz voraus. Hier stellt sich die Frage, was unter professioneller Kompetenz zu verstehen ist. Dies ist jedoch nicht einfach zu beantworten, zumal kritisch angemerkt werden muss, dass die Termini *Kompetenz* und *Professionalität* sehr vielfältig und beliebig eingesetzt werden (vgl. Oser, Heinzer & Salzmann, 2010, S. 7; Terhart, 2011, S. 202). Die Verbindung der beiden Begriffe zur *professionellen Kompetenz* bedarf deshalb besonderer Aufmerksamkeit. Nach Kunter und Baumert (2010, S. 3) setzt professionelle Kompetenz von Lehrpersonen Merkmale wie „ein reiches und flexibles Handlungsrepertoire, die Fähigkeit, Situationen angemessen zu beurteilen, sowie adaptive und funktionale Überzeugungen und motivationale Orientierungen" voraus. In der Erziehungswissenschaft werden Kompetenzen dabei häufig in Anlehnung an Weinert (2001) definiert als

> die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbunden motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können. (S. 27-28)

Standards zur Bestimmung der Profession

Die Kompetenz einer Lehrperson setzt sich zusammen aus unterschiedlichen Facetten wie Fähigkeit, Verstehen, Können, Handeln, Erfahrung, Motivation und – entsprechend dem Fokus dieser Arbeit – Wissen (Klieme et al., 2007, S. 73). Ausgehend davon wird Kompetenz als Disposition verstanden, die zur Bewältigung und Lösung konkreter Anforderungen und spezifischer Problemstellungen befähigt und damit sozusagen als „Brückenbauer" zwischen Wissen und Können fungiert (ebd., S. 72-73). Das Verhältnis zwischen Wissen und Handeln ist aber insofern komplex, als Wissen alleine noch nicht garantiert, dass entsprechend gehandelt wird, d. h., eine viel wissende Lehrperson muss nicht per se auch effektiv bzw. wirksam unterrichten (Oser, 1997, S. 27). Es wurden verschiedene Vorschläge entwickelt, um diese komplexe Beziehung zu überwinden, wobei Oser (ebd.) die Versuche insgesamt als unbefriedigend taxiert und seinerseits zur Bestimmung des Verhältnisses von Wissen und Handeln die Einführung von 88 professionsbestimmenden Standards für die Lehrerinnen- und Lehrerbildung vorschlägt, die über die Schweizer Landesgrenzen hinaus die Diskussion angeregt haben (vgl. Moser & Kropp, 2014). Der Begriff *Standard* bezeichnet für Oser (1997, S. 26-29) dabei einerseits die professionelle Kompetenz auf Handlungsebene, andererseits deren optimale Erreichung, und erfüllt die Voraussetzung der theoretischen und empirischen Fundierung als auch evaluativer und handlungsbasierter Kriterien. Auch die Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK) legte 2004 Standards für die Ausbildung von Lehrpersonen fest, mit verschiedenen inhaltlichen Schwerpunkten. Dazu gehören beispielsweise auch der Umgang mit Heterogenität im Sinne der Differenzierung oder die Diagnose und Förderung individueller Lernprozesse (KMK, 2004, S. 5), womit kooperative, beratende und diagnostische Aufgaben nicht (mehr) allein unter die Zuständigkeit von sonderpädagogischen Lehrpersonen fallen (Moser & Kropp, 2014, S. 2). In Analogie zu den KMK-Standards für die Lehrerinnen- und Lehrerbildung wurden vom deutschen Verband für Sonderpädagogik (2007) sogenannte „Standards der sonderpädagogischen Lehrerbildung" entwickelt, die auf Basis der Standards für Lehrpersonen zusätzlich spezifische Standards für Sonderpädagoginnen und Sonderpädagogen aufführen.

Auch für das Fach Mathematik wurden verschiedentlich Standards für Lehrpersonen entwickelt. Die einflussreichsten Standards für den Bereich des Mathematikunterrichts wurden dabei vom US-amerikanischen Verband für Mathematiklehrpersonen und Mathematikdidaktikerinnen und -didaktiker, dem *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM), vorgelegt (Klieme et al., 2007, S. 36-38). Diese beinhalten sowohl allgemeine Unterrichtsprinzipien als auch inhaltliche Standards, die festlegen, welches Wissen und Können den Lernenden vermittelt werden soll (ebd.).

Die Suche nach professionellen Standards für pädagogische Lehrberufe, ausgehend vom kompetenztheoretischen Ansatz (weiterführend dazu vgl. Kapitel 3.1.3), stellt jedoch nur eine Möglichkeit im Umgang mit der Professionalität von Lehrpersonen dar (vgl. Baumert & Kunter, 2006, S. 469). Die umfassende Auseinandersetzung mit dem Begriff der Professionalität und verschiedenen Bestimmungsansätzen derselben bildet deshalb den ersten Teil dieses Kapitels. Ausgehend davon werden verschiedene Bereiche der Kompetenz thematisiert. Im Zentrum seht dabei insbesondere die Facette des Professionswissens (vgl. Klieme et al., 2007, S. 72-73). Zu den Dimensionen des Professionswissens von Lehrpersonen gibt es mittlerweile eine Vielzahl von Modellen. Als mögliches Grundgerüst der Konzeptualisierung von Wissen und Können dient dabei häufig die Taxonomie des professionellen Lehrpersonenwissens nach Shulman (1987). Dieses wird, ausgehend von der Annahme, dass erfolgreiches Unterrichten vom Wissen und Können der Lehrperson abhängt (Besser & Krauss, 2009, S. 73), auch häufig als Grundlage für die Kompetenzmessung genutzt. Gemäss dem Thema der vorliegenden Arbeit schliesst dieses Kapitel mit der Darstellung ausgewählter Forschungsergebnisse zu mathematikspezifischen Kompetenzen von Lehrpersonen und gibt Hinweise zum Einfluss professioneller Wissenskomponenten auf die mathematische Entwicklung der Lernenden. Denn auch wenn im Zentrum dieser Arbeit das Professionswissen sonderpädagogischer Lehrpersonen steht, so hat das damit verbundene Streben nach professioneller Qualität stets die bestmögliche Lernentwicklung der Schülerinnen und Schüler zum Ziel oder wie es Hattie (2009, S. 24) ausdrückt: „It is critical that teachers learn about the success or otherwise of their interventions: those teachers who are students of their own effects are the teachers who are the most influential in raising students' achievement".

Zum Professionalitätsbegriff

Die Auseinandersetzung mit der Definition des Terminus *Professionalität* stellt nach Beck (2009) die Bedingung für die Operationalisierung bzw. Bestimmung der beobachtbaren Merkmale dar, durch die das latente Konstrukt – im Kontext dieser Arbeit das mathematikspezifische Professionswissen von SHP – ermittelt werden soll. Die Auseinandersetzung mit den verschiedenen Sichtweisen auf das Professionskonzept und dessen Facetten bildet somit die Ausganglage für die Operationalisierungsfrage, die als Teil der Entwicklung des Befragungsinstruments im Rahmen des Untersuchungsteils thematisiert wird (vgl. Kapitel 6.3).

Im Alltag wird der Begriff *professionell* gerne verwendet, um gelungene Handlungen zu bewerten oder auch um Dienstleistungen als „fachmännisch“ zu verkaufen. So ist es nicht weiter verwunderlich, dass im Berufsleben Arbeitsnehmende gefragt sind, die ihre beruflichen Tätigkeiten „professionell“ angehen. Professionell ist hier gleichzusetzen mit „gekonnt“, „kompetent“ oder „sachgemäss“ (vgl. Bibliographisches Institut, 2015). Eine arbeitsnehmende Person ist somit umso professioneller, je kompetenter sie ihre beruflichen Pflichten erfüllt (Terhart, 2011, S. 215). Somit wird deutlich, dass *Professionalität* ein umfassender und komplexer Begriff ist, der aus dem Zusammenspiel verschiedener Facetten wie z. B. Wissen, Können, Fähigkeit und Handeln entsteht (Klieme et al., 2007, S. 72). Damit verbunden stellt sich die Frage, ob Professionalität an der Hochschule oder Universität überhaupt erworben werden kann (Tenorth, 2006). Tenorth (ebd.) hat sich eingehend mit dieser Fragestellung auseinandergesetzt, wobei er vorab den Begriff der Professionalität wie folgt definiert:

> Professionalität, also Expertise und nicht nur den Status des Novizen, d. h. Souveränität im Umgang mit den Schemata, erwirbt man nur im Prozess, in einem lang andauernden Prozess der Konstruktion und Selbstkonstruktion des Berufs. (S. 591)

Somit wird deutlich, dass Professionalität im Gegensatz zum Professionswissen nicht während der Ausbildung erworben werden kann, sondern sich erst in der Praxis mit der Entwicklung der Handlungskompetenzen ergibt (Tenorth, 2006, S. 591). Professionalität wird dabei – basierend auf dem Expertenansatz (vgl. Bromme, 1992) – häufig mit Expertise gleichgesetzt. Um die Bedeutung des Begriffs für den erziehungswissenschaftlichen Kontext zu klären, bedarf es zudem eines Blicks auf das Professionsmodell, das sich seit dessen Entstehung vor rund fünfzig Jahren deutlich gewandelt hat.

3.1.1 Professionalität aus Sicht des Expertenansatzes

Die Expertenforschung hat sich zu Beginn ihrer Entstehung vorwiegend bestimmten Professionen gewidmet. Bevor das Professionsmodell von damals thematisiert wird, soll nachfolgend „der Lehrer als Experte“, wie Bromme (1992) sein Werk nennt, eingehend betrachtet werden. Der Begriff des Experten bzw. der Expertin bezeichnet Arbeitnehmende, deren Tätigkeit eine umfassende Ausbildung sowie bestimmte Handlungskompetenzen voraussetzt, um mit Erfolg erfüllt werden zu können (vgl. Bromme, 1992; Terhart, 2011). Bei Lehrpersonen wird die erfolgreiche Bewältigung ihrer beruflichen Aufgaben noch immer vorwiegend an der Schulleistung ihrer Schülerinnen und Schüler, d. h. am sogenannten *Outcome* gemessen (Hattie, Beywl & Zierer, 2013). Diese Herangehensweise ist nach Bromme (1992, S. 8) durchaus plausibel, weil das Gelingen von Lernfortschritten einen entsprechend gestalteten Unterricht voraussetzt. Neben der Lernleistung der Schülerschaft gilt mitunter auch die Praxiserfahrung als Merkmal zur Bestimmung der Expertise (vgl. ebd.). Laut Bromme (1992) wird der Expertenbegriff bei Lehrpersonen dabei zweideutig verwendet:

> Zum einen wird damit der Unterschied zum Laien und Anfänger hervorgehoben, zum anderen wird damit das besondere Können und Wissen bezeichnet, das Experten von anderen – ebenfalls berufserfahrenen – Mitgliedern der Berufsgruppe unterscheidet. (S. 8)

Der erste der beiden dargelegten Ansätze sieht Lehrpersonen als Expertinnen und Experten und somit als „Fachpersonen" ihrer Profession im Vergleich zu fachfremden Menschen bzw. „Laien". Die zweite Sichtweise hingegen versteht Lehrpersonen als „Expertinnen und Experten ihres Faches" im Vergleich zu ihren Berufskolleginnen und -kollegen. In der englischsprachigen Forschung wird für diesen Ansatz deshalb auch der Begriff *expert teacher* verwendet (Besser & Krauss, 2009, S. 77).

In dieser Arbeit wird im Folgenden mit dem Begriff des „Experten" bzw. der „Expertin" der Aspekt des Professionellen betont und nicht die Vergleichsperspektive von fachfremden Personen mit ausgebildetem pädagogischem bzw. sonderpädagogischem Fachpersonal. Dieses Begriffsverständnis ist damit zu erklären, dass in der vorliegenden Untersuchung das professionelle fachspezifische Wissen als erforderliche Expertise für die Ausübung des *sonder*pädagogischen Berufs im Zentrum steht.

3.1.2 Entwicklung des Professionsverständnisses

Das klassische Professionsmodell entstand in der US-amerikanischen Berufssoziologie in den 1950er- und 1960er-Jahren und orientierte sich an den sogenannten *free professions*, namentlich an Ärzten, Anwälten und Klerikern (Terhart, 2010, S. 90). Der Begriff Professionalität bezeichnete somit ursprünglich eine Gruppe von „aussergewöhnlichen" Berufen, bei denen das Gemeinwohl im Zentrum stand und deren Ausübung ein komplexes Grundlagen- und Erfahrungswissen voraussetzte (ebd.). Neben den klassischen akademischen Berufen (wie Mediziner, Juristen, Architekten und zum Teil Theologen) wurden Berufe, die nicht alle Kriterien des klassischen Professionsverständnisses (wie z. B. Ahndung von beruflichen Vergehen) erfüllten, als „semi-professionell" bezeichnet (Terhart, 2011, S. 203). Dazu gehörte auch die Berufsgruppe der Lehrpersonen. In Anbetracht der Entwicklungen in den „klassischen Professionen" und der umfangreichen Kritik, die dem Modell entgegengebracht wurde, gilt das damalige Modell heutzutage jedoch als veraltet und hat insbesondere für pädagogische Berufe kaum Bedeutung (Terhart, 2010, S. 90-91).

Der gegenwärtig in der Berufssoziologie eingesetzte Professionsbegriff nähert sich deutlich dem Expertenbegriff, indem herausfordernde Situationen und Schwierigkeiten auf Grundlage einer umfassenden Ausbildung, der in der Praxis erworbenen Handlungskompetenzen als auch des beruflichen Habitus[6] gemeistert werden können (Terhart, 2011, S. 215). Die Professionsmerkmale gehen nach Mulder und Gruber (2011, S. 429) mit dem Expertenstatus einher und bestehen in der Zugangsregelung zum Beruf, einer hinsichtlich Inhalt und Methode klar festgelegten Aus- und Fortbildung sowie einer Berufsethik, die eine spezifische Fachsprache voraussetzt und durch eine hohe Verantwortung gegenüber der Klientel (in pädagogischen Kontexten der Schülerschaft) geprägt ist.

Infragestellung der (sonder-)pädagogischen Professionalität

Auch wenn sich seit der Entstehung des klassischen Professionsmodells vor rund 60 Jahren auch andere Sichtweisen auf Professionalität entwickelt haben, nährt das damalige Modell noch immer Zweifel hinsichtlich der Existenz einer besonderen Wissens- und Kompetenzgrundlage (vgl. Terhart, 2011, S. 205). Dies gilt insbesondere für das Unterrichten auf niedrigeren Schulstufen, wie z. B. für die Lehrtätigkeit an Primarschulen, „da für sie ein hoher Anteil an pädagogisch-personalen, eher diffusen und wenig spezifisch-professionellen Fähigkeiten angenommen wird, wohingegen man Gymnasiallehrern aufgrund ihrer soliden Wissensbasis in den Unterrichtsfächern einen gewissen Respekt entgegenzubringen bereit ist" (Terhart, 2011, S. 205). Ähnliche Problematiken lassen sich auch in Bezug zur Profession Schulischer Heilpädagoginnen und Heilpädagogen feststellen: So scheinen in den Medien geäusserte, häufig politisch motivierte Vorschläge, die Notwendigkeit einer spezifisch *sonder*pädagogischen Wissens- und Kompetenzbasis zu hinterfragen. Als Beispiel ist hier der in einem Zeitungsartikel veröffentlichte Vorschlag zu nennen, vermehrt sonderpädagogische Module in die Ausbildung der Regelklassenlehrpersonen einzubinden, um letztlich „alle […] Primarlehrer zu Heilpädagogen [zu] machen" (Schneebeli, 2012, o. S.). Des Wei-

[6] In Anlehnung an Oevermanns (Oevermann, 2001) Verständnis werden mit dem Begriff der *Habitusformation* „jene tief liegenden, als Automatismus ausserhalb der bewussten Kontrollierbarkeit operierenden und ablaufenden Handlungsprogrammierungen zusammen[gefasst], die wie eine Charakterformation das Verhalten und Handeln von Individuen kennzeichnen und bestimmen" (Oevermann, 2001, 45).

teren wurde in jüngster Zeit ein Konzept erarbeitet, das anstelle von einer sonderpädagogischen Fachperson und einer Lehrperson den Einsatz von zwei Regellehrpersonen in integrativen Settings vorsieht, wobei die Schulische Heilpädagogin oder der Schulische Heilpädagoge nicht länger für den Unterricht und die Förderung zuständig ist, sondern vorwiegend Kooperations- und Beratungsaufgaben übernimmt. Erste Schulversuche gemäss diesem Ansatz starteten im Kanton Zürich im Jahr 2013 und auch der Kanton Bern zeigt sich der Idee laut Medienberichten – wie beispielsweise dem Bericht zum Projekt „Fokus Starke Lernbeziehungen“ im *Tages-Anzeiger* (Schneebeli, 2014) oder dem Bericht zum Schulversuch „mit weniger Lehrern pro Klasse“ im *Bund* (Jordi, 2013) – zugeneigt.
Mit Blick auf die zunehmend integrative Beschulung von Kindern mit besonderem Bildungsbedarf (vgl. Sermier Dessemontet et al., 2011) und der damit einhergehenden Kooperation von SHP und Lehrpersonen wird deutlich, dass die Integration von sonderpädagogisch relevanten Themen in die Ausbildung von Regellehrpersonen eine wichtige Ausgangslage für die gemeinsame Förderung bildet (vgl. Moser & Kropp, 2014). Allerdings ist fraglich, ob eine allfällige Verlängerung der Lehrpersonenausbildung um sonderpädagogische Module letztlich die Ausbildung in Schulischer Heilpädagogik ablösen oder gar ersetzen kann.

3.1.3 Drei Bestimmungsansätze zur Professionalität

Um die Professionalität von Lehrpersonen zu beschreiben, gilt es die Spezifität des Kontexts zu berücksichtigen: Die Arbeitssituation der Lehrpersonen basiert – im Unterschied zu anderen Berufen – nicht auf einer freien Entscheidung der „Klientel“ bzw. der Schülerschaft, denn diese werden der Lehrperson „zugeführt“ (Terhart, 2010, S. 91). Dies gilt auch für den sonderpädagogischen Rahmen; sowohl in integrativen als auch in separativen Schulformen haben die Schülerinnen und Schüler bei attestiertem besonderem Bildungsbedarf Anrecht auf eine sonderpädagogische Förderung durch eine Fachperson in Schulischer Heilpädagogik. Anders als beispielsweise in der Medizin arbeiten Lehrpersonen und/oder SHP (in Abhängigkeit von der betreffenden Schulform) zudem eher selten ausschliesslich mit einzelnen Personen, sondern sehen sich – auch wenn sie unter Umständen nur für wenige Kinder zuständig sind – meist mit stark heterogenen Gruppen oder Klassen konfrontiert, die administrativ zusammengestellt wurden (Terhart, 2010).
Verbunden mit der Kritik am klassischen Professionsverständnis und in Anbetracht des spezifischen Kontexts, in dem Lehrpersonen ihren Beruf ausüben, wurden deshalb Ansätze gesucht, die dem Charakter von pädagogischen Berufen besser entsprechen. In der deutschsprachigen Erziehungswissenschaft werden zurzeit drei Ansätze unterschieden, welche die Professionalität von Lehrpersonen beschreiben: strukturtheoretische, berufsbiografische und kompetenztheoretische

Perspektiven (Terhart, 2010, S. 91). Diese werden nachfolgend der Reihe nach vorgestellt.

a) Strukturtheoretischer Bestimmungssatz

Der strukturtheoretische Ansatz geht davon aus, dass die Hauptaufgaben sowie die Anforderungen an Lehrpersonen in sich widersprüchlich sind. Die divergierenden Elemente lassen sich nach Terhart (2011) wie folgt beschreiben:

- Nähe versus Distanz zum Schüler: einerseits begegnen sich in der Schule, im Unterricht ‚ganze' Personen – zugleich aber ist rollenspezifisches Handeln geboten.
- Subsumption versus Rekonstruktion: jeder Schüler, jede Situation ist anders, muss anders rekonstruiert werden – und zugleich muss dies im Lichte des allgemeinen Regelwerks der Schule und der Lehrerarbeit geschehen.
- Person des Schülers versus Anspruch der Lern-Sachen: individuelle Besonderheiten jedes Lernenden sind zu berücksichtigen – zugleich müssen curriculare, inhaltliche Ansprüche allgemeiner Art durchgesetzt werden.
- Einheitlichkeit versus Differenz: einerseits ist die formale Gleichbehandlung aller Schüler geboten, andererseits müssen individuelle Lagen Berücksichtigung finden und Schüler insofern unterschiedlich ‚behandelt' werden.
- Organisation versus Interaktion: die administrativen Regel-Zwänge des Schul-Apparates und die lebendige Interaktion zwischen allen Beteiligten sind aufeinander zu beziehen.
- Autonomie versus Heteronomie: Schüler sollen autonom werden, aber durch den Pflicht-Apparat Schule, womit schulbezogen die Grundparadoxie jeder freisetzenden pädagogischen Ambition formuliert ist: Aufforderung zur Selbsttätigkeit. (Terhart, 2011, S. 206)

In Anbetracht der eben genannten Widersprüche scheint die Bemerkung von Sigmund Freud (1856–1939), dass der Lehrberuf ein „unmöglicher Beruf" sei, nachvollziehbar, weil man sich hier „des ungenügenden Erfolgs von vornherein sicher sein kann" (Freud, 1937, S. 94). Tenorth (2006, S. 585) führt diese Überlegungen noch weiter und stellt die Frage, wie gelingender Unterricht überhaupt möglich ist in Anbetracht des Bündels an Erwartungen, die einander oftmals divergent gegenüberstehen.

Somit versteht diese Sichtweise Professionalität als die Fähigkeit, den eben genannten Widersprüchen sachgerecht und kompetent zu begegnen (Terhart, 2010, S. 93). Forschungsmethodisch sind bei diesem Ansatz vor allem qualitative Zugänge verbreitet. Als Ausgangspunkt für alle Arbeiten zu den strukturtheoretischen Deutungen des Lehrerinnen- und Lehrerhandelns gilt dabei Oevermanns (1996) Theorie des professionellen Handelns (Baumert & Kunter, 2006, S. 470).

b) Berufsbiografischer Bestimmungsansatz

Dieser Ansatz sieht in der Professionalität an erster Stelle ein Entwicklungsproblem berufsbiografischer Art. Zentral sind dabei mitunter Prozesse des fortschreitenden Kompetenzaufbaus und der Kompetenzentwicklung, die Annahme eines

beruflichen Habitus durch Berufsanfänger, aber auch der Zusammenhang der beruflichen und privaten Biografie (Terhart, 2010, S. 93). Im Vergleich zu den anderen beiden Ansätzen bringt diese Zugangsweise „eine stärker individualisierte, breiter kontextuierte und zugleich lebensgeschichtlichdynamische Sichtweise in die Diskussion hinein“ (ebd.).
Entsprechend den Themengebieten ist hier der Einsatz von qualitativen Verfahren (z. B. Biografieforschung) wie auch die Wahl von quantitativen Vorgehensweisen (z. B. Lebenslaufforschung) möglich. Dabei steht die Frage, wie die *Entwicklung von Expertise* zustande kommt, verläuft oder allenfalls stagniert, im Mittelpunkt, womit ein enger Bezug zum kompetenztheoretischen Konzept besteht (Terhart, 2010, 2011).

c) Kompetenztheoretischer Bestimmungssatz

Neben dem strukturtheoretischen Verständnis bildet der kompetenztheoretische Ansatz den zweiten Hauptstrang zur Bestimmung pädagogischer Professionalität, wobei hierzu auch die Suche nach professionellen Standards (vgl. Kapitel 2) gehört (Baumert & Kunter, 2006, S. 469). Diese Zugangsweise geht somit von einer genauen Beschreibung der Aufgaben der Lehrpersonen aus und definiert die für die Ausübung des Berufs wichtigen Kompetenz- und Wissensbereiche. Die Auswahl der Bereiche erfolgt dabei basierend auf empirischen Werten, wie Terhart (2010) festhält: „Die beruflichen Fähigkeiten von Lehrern und deren Voraussetzungen hinsichtlich Wissen, Überzeugungen, Einstellungen, Handlungsroutinen etc. werden auf ihren empirisch nachzuweisenden Beitrag zum Erreichen des Zwecks der Institution Schule bezogen“ (S. 91). Somit ist eine Lehrperson dann professionell, wenn sie über möglichst umfassende Kompetenzen hinsichtlich der unterschiedlichen beruflichen Anforderungen (wie beispielsweise Unterrichten, Diagnostizieren und Beraten) verfügt. Dabei kann anhand von festgelegten Kompetenzniveaus bestimmt werden, wie professionell eine Lehrperson ist. Ihre Professionalität ist jedoch stets abhängig von der Situation und kann somit nicht uneingeschränkt standardisiert und rezepthaft angewendet werden; vielmehr „lebt“ pädagogische Professionalität vom adaptiven Element. Der kompetenztheoretische Ansatz geht folglich von einem Zusammenhang zwischen der Unterrichtsqualität und dem Lernerfolg aus und stellt damit verbunden „die Erforschbarkeit, die Erlernbarkeit und den Lernerbezug von Lehrerkompetenzen in den Mittelpunkt“ (Terhart, 2010, S. 92). Aus forschungsmethodischer Sicht sind bei diesem Ansatz Methoden der quantitativ-empirischen Forschung besonders stark vertreten (ebd.).
Der kompetenztheoretische Ansatz orientiert sich einerseits an der Expertise-Forschung und andererseits an der Taxonomie des professionellen Wissens von Lehrpersonen nach Shulman (1987). Als weitere Vertreter dieser Sichtweise kön-

nen unter anderen Baumert und Kunter (2006), Bromme (1992), McDiarmid und Clevenger-Bright (2008), Rothland und Brüggemann (2012) sowie Hattie (2009) genannt werden (Terhart, 2011, S. 208). Auch die vorliegende Untersuchung entspricht mit ihrem methodischen Ansatz dem kompetenztheoretischen Deutungsmuster *sonder*pädagogischer Professionalität. Zentral ist dabei die empirisch gestützte Annahme, dass die professionelle Kompetenz – und damit verbunden auch die Qualität des Unterrichts – für die Lernleistungen der Schülerschaft von Relevanz sind (vgl. Staub & Stern, 2000; Ball et al., 2005; Hill et al., 2005) und somit eine wirksame Förderung aufseiten der Lehrperson entsprechendes Wissen und Können voraussetzt (Besser & Krauss, 2009, S. 73).

3.2 Struktur des professionellen Wissens von Lehrpersonen

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, das professionelle mathematische Wissen von Schulischen Heilpädagoginnen und Heilpädagogen zu untersuchen. Als Erstes soll deshalb geklärt werden, was „professionelles Wissen“ meint und vor allem welche Dimensionen es beinhaltet. Das Erkenntnisinteresse der vorliegenden Arbeit liegt dabei nicht auf der Kategorisierung des Wissens hinsichtlich deklarativer und prozeduraler Merkmale (Leuchter, 2009, S. 34-36), sondern auf den inhaltlichen Dimensionen professionellen Wissens und lehnt sich dabei an die Definition von Bromme (1992) an:

> Professionelles Wissen bezeichnet die einmal bewusst gelernten Fakten, Theorien und Regeln, sowie die Erfahrungen und Einstellungen des Lehrers [bzw. der Lehrerin]. Der Begriff umfasst also auch Wertvorstellungen, nicht nur deskriptives und erklärendes Wissen. (S. 10)

Aufgrund der Komplexität des Begriffs stellt sich deshalb die zentrale Frage, wie das professionelle Wissen beschrieben werden kann. Am häufigsten wird dafür auf das bereits erwähnte Modell von Shulman (1987), das sich aus den beiden Domänen *pedagogical content knowledge* (PCK) und *subject matter knowledge* (SMK) zusammensetzt, Bezug genommen. Die Unterscheidung des professionellen Wissens in mathematikdidaktisches Wissen und mathematisches Fachwissen kann geradezu als prominent bezeichnet werden und wurde beispielsweise auch in der COACTIV-Studie (vgl. Kunter et al., 2011; Blömeke, Suhl et al., 2010) oder im angloamerikanischen Sprachraum von der Forschungsgruppe um Deborah Loewenberg Ball (Ball, Thames & Phelps, 2008; Hill, Ball & Schilling, 2008; Hill, Blunk et al., 2008; Hill et al., 2004) verwendet. Dieses wird deshalb vergleichend zum darauf aufbauenden und empirisch abgestützten Modell von Ball, Thames und Phelps (2008) in Kapitel 3.2.2 thematisiert. Die beiden Konzeptualisierungen ermöglichen eine umfassende Beschreibung der professionellen Wissensbereiche von Lehrpersonen und legen damit den theoretischen Grundstein für das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Instrument (vgl. Kapitel 6.3). Ein

Schwerpunkt liegt dabei auf dem umfassend erforschten PCK, das bereits bei Shulman (1986, 1987) einen besonderen Stellenwert einnahm, wie nachfolgend deutlich werden wird.

3.2.1 Topologie des professionellen Wissens nach Shulman (1986, 1987)

Es gibt mittlerweile eine Vielzahl von Konzeptualisierungen zum professionellen Wissen von Lehrpersonen. Dabei geht ein Grossteil auf das Modell von Shulman (1986) zurück, das sieben Wissensbereiche umfasst. Die mathematikdidaktische Forschung hat sich dabei insbesondere mit den zwei Komponenten Fachwissen (*content knowledge* bzw. *subject matter knowledge*) und fachdidaktisches Wissen (*pedagogical content knowledge*) beschäftigt, weshalb vor allem zu diesen Bereichen Forschungsergebnisse vorliegen (vgl. Kapitel 3.3.2). Seit seiner Einführung 1987 wurde der Begriff PCK insbesondere in der Erziehungswissenschaft ein nützlicher und weit gebräuchlicher Begriff und Shulman (1986, 1987) gehört hinsichtlich des PCK-Konzepts bis heute zu den meistzitierten Autoren (vgl. Murray, 1996). Sowohl in der mathematikdidaktischen Forschung als auch von praxisnahen Vereinigungen wie Lehrerinnen- und Lehrerverbänden wird dabei der Wert des PCK für die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen hervorgehoben (Depaepe, Verschaffel & Klechtermans, 2013; vgl. Segall, 2004; Staub & Stern, 2002; Krauss, Brunner et al., 2008; Hill, Ball & Schilling, 2008).
Die Konzeptualisierung des PCK nach Shulman (1986) gab aber auch Anlass für Kritik, wie die Ausführungen von Depaepe, Verschaffel und Kelchtermans (2013) zeigen (vgl. S. 28). Als Antwort auf die festgestellten Mängel überarbeiteten sowohl die Forschungsgruppe um Shulman (Grossman, 1990; Marks, 1990) als auch andere Forschende wie etwa die sogenannte Michigan-Gruppe um Ball (2008) das Konzept zum professionellen Wissen von Lehrpersonen. Das aus dieser Kritik hervorgegangene, neu adaptierte und empirisch überprüfte Modell von Ball et al. (2008) wird deshalb anschliessend an Shulmans (1986, 1987) Konzeptualisierung und der Darlegung damit verbundener Kritikpunkte vorgestellt. Das nachfolgend beschriebene Ausgangsmodell von Shulman (1987, S. 8) unterteilt das professionelle Wissen von Lehrpersonen in sieben Wissensbereiche, die nachfolgend in Anlehnung an die deutsche Übersetzung nach Leuchter (2009, S. 28-31) dargestellt werden.

1. *Content knowledge* oder auch *subject matter knowledge* (Fachwissen) meint das fachliche bzw. mathematische Inhaltswissen sowie Fähigkeiten und Fertigkeiten, die in nicht pädagogischen Settings zur Lösung von Mathematikproblemen benötigt werden.
2. *Pedagogical content knowledge* (fachdidaktisches Wissen) bezeichnet die

Verbindung von fachlichem Inhaltswissen und pädagogischem Wissen. Shulman vertrat die Ansicht, dass diese beiden Wissensfelder in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung kombiniert vermittelt werden sollten. Mit seinem Konzept von PCK beabsichtigte er deshalb, die seines Erachtens „künstliche Trennung" zwischen Fachinhalt und Pädagogik aufzuheben. Dabei definierte er PCK als „that special amalgam of content and pedagogy that is uniquely the province of teachers, their own special form of professional understanding" (Shulman, 1987, S. 8). Hinsichtlich der vorliegenden Fragestellung meint PCK das mathematikdidaktische Wissen von SHP.

3. *General pedagogical knowledge* (allgemeines pädagogisches Wissen) beinhaltet das fachübergreifende pädagogische Wissen und somit vor allem Strategien des Classroom Management bzw. der Klassenführung.
4. *Curriculum knowledge* (curriculares Wissen) bezieht sich auf das Wissen der Lehrperson über den Lehrplan sowie Lehrmittel und Materialien, die zur Planung und Umsetzung des Unterrichts verwendet werden. Shulman (1986, S. 10) unterscheidet dabei zwischen einer lateralen (Fähigkeit zur Verbindung mit anderen aktuell laufenden Inhalten/Fachbereichen) und vertikalen (Vertrautheit mit vorangegangenen und künftigen Themen/Inhalten des Faches) Dimension des curricularen Wissens.
5. *Knowledge of learners and their characteristics* (Wissen über Lernende) bezeichnet das Wissen der Lehrperson über die Klasse sowie über einzelne Schülerinnen und Schüler. Zentrale Bestandteile sind dabei entwicklungs- und lernpsychologische Aspekte. Im Kontext dieser Arbeit bezieht sich dieses Wissen insbesondere auf Wissen aus der Entwicklungspsychologie zum Zahlbegriffserwerb bei Kindern mit und ohne besonderen Bildungsbedarf.
6. *Knowledge of educational contexts* (Wissen über den erzieherischen Kontext) meint einerseits das Wissen über die Gesellschaft (z. B. den Einfluss der kulturellen Umstände auf den Mathematikunterricht), andererseits das Wissen über das Bildungssystem (z. B. Komponenten auf Ebene der Gemeinde- und Schulpolitik). Auch die Schulklasse ist in den erzieherischen Kontext eingebettet. Somit spielen hier die Zusammensetzung der Klasse und die damit einhergehende Heterogenität eine tragende Rolle. Die Schulform (wie beispielsweise integrative Regelklasse oder Sonderklasse) ist ebenfalls entscheidend.
7. *Knowledge of educational ends* (Wissen über Bildungsziele) bezeichnet das Wissen über Ziele, Werte und Zweck der Bildung sowie deren philosophische und historische Hintergründe. Hinsichtlich der Thematik muss das Fachpersonal in Schulischer Heilpädagogik in der Lage sein, die mathematische Förderung in die Lebenswelt ihrer Schülerinnen und Schüler einzufügen und sich entsprechend dafür einzusetzen.

Kritik am Modell von Shulman

Die Konzeptualisierung von Shulman (1986, 1987) wurde aus verschiedenen Gründen kritisiert. Die Kritik bezieht sich dabei hauptsächlich auf das PCK-Konzept – wohl weil diesem ein besonderes Interesse zukommt, da es den Unterschied zwischen dem Verständnis des Fachinhaltsspezialisten bzw. der Fachinhaltsspezialistin und demjenigen des Pädagogen bzw. der Pädagogin aufzuzeigen vermag (Shulman, 1986, S. 8). Eine belgische Forschungsgruppe um Fien Depaepe (Depaepe et al., 2013) hat in ihrer Untersuchung 60 empirische Studien, die sich mit PCK in Bezug auf die Mathematik auseinandersetzen, einbezogen. Davon orientieren sich fast alle – 51 an der Zahl – am PCK-Konzept von Shulman (1986). Basierend auf den ausgewählten Forschungsartikeln, die alle in Zeitschriften mit Peer-Review-Verfahren publiziert worden sind, formulieren Depaepe, Verschaffel und Klechtermans (2013, S. 13) fünf Hauptkritikpunkte:

Der erste Kritikpunkt bezieht sich auf den Mangel an theoretischer und empirischer Grundlegung der Existenz von PCK als einer klaren Kategorie des professionelles Wissens von Lehrpersonen (vgl. Ball et al., 2008; Bromme, 1995). Als mögliche Antwort darauf hat Gess-Newsome (1999) die Unterscheidung zwischen dem integrativen und transformativen Modell des professionellen Wissens hervorgebracht, das nachfolgend in Anlehnung an Dollny (2011, S. 26) dargestellt wird (vgl. Abbildung 1).

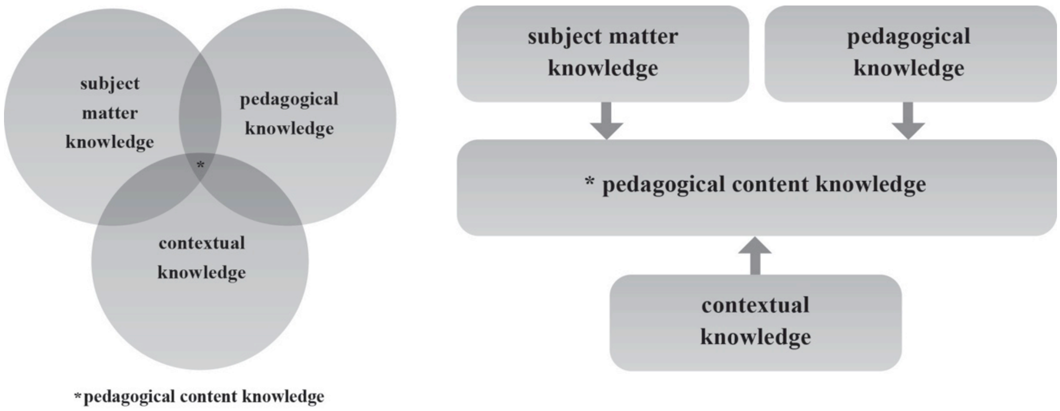

Abbildung 1: Integratives und transformatives Modell von PCK nach Dollny (2011, S. 26)

Im integrativen Modell überschneidet sich das fachdidaktische Wissen (PCK) mit dem fachlichen und pädagogischen Wissen, eingebettet in den unterrichtlichen Kontext, und bildet somit keine eigene Kategorie. Dieser situativ verankerte kognitive Ansatz vermittelt somit eine dynamische Sichtweise auf PCK und betrachtet dieses als eine Form des Handlungswissens (Seymour & Lehrer, 2006). Im Gegensatz dazu wird PCK beim transformativen Modell, wozu auch Shulmans (1986, 1987) Konzeptualisierung zählt, als eigenständige Dimension verstanden (Dollny, 2011, S. 26). Diese kognitive Sichtweise versteht PCK als Wissen, das für das Unterrichten eines bestimmten Faches gebraucht wird (vgl. Krauss, Brunner et al., 2008; Bromme, 1995).

Als zweiten und damit verbundenen Kritikpunkt nennen Depaepe et al. (2013) die „starre Sicht" Shulmans auf das fachdidaktische Wissen von Lehrpersonen. Nach Ansicht von Shulman (1986) beinhaltet PCK pädagogisches Wissen in Form von Faktenwissen und kann somit unabhängig vom unterrichtlichen Kontext erworben und angewendet werden. Andere Forscherinnen und Forscher bevorzugen eine dynamischere Sichtweise auf PCK, indem sie dieses in erster Linie als Handlungswissen verstehen, das eng mit dem pädagogischen Kontext verbunden und in denselben eingebettet ist (Depaepe et al., 2013, S. 13; vgl. Bednarz & Proulx, 2009; Hodgen, 2011; Mason, 2008; Petrou & Goulding, 2011).

Der bis heute umstrittene, drittgenannte Kritikpunkt von Depaepe et al. (2013, S. 13) bezieht sich auf die Dichotomie des Modells von Shulman (1986). Auch die mathematikdidaktische Forschung im deutschen Sprachraum thematisiert diese Diskussion:

> Die Unterscheidung zwischen fachdidaktischem Wissen (pedagogical content knowledge) und Fachwissen (content knowledge) wird in der Mathematikdidaktik seit Jahren intensiv diskutiert, insbesondere unter dem Aspekt, ob eine Separierung überhaupt möglich ist und wenn ja, wie diese zu konzeptualisieren ist. (Blömeke, Suhl et al., 2010, S. 31-32)

Ob sich das fachdidaktische Wissen (PCK) und das Fachwissen (*content knowledge*; CK) aus theoretischer und empirischer Sicht unterscheiden, wird auf internationaler Ebene von unterschiedlichen Forschungsgruppen bezweifelt (vgl. Baumert et al., 2010; Bednarz & Proulx, 2009; Blömeke, Felbrich, Müller, Kaiser & Lehmann, 2008; Huillet, 2009; Marks, 1990; Saderholm, Ronau, Brown & Collins, 2010). Es erstaunt kaum, dass dieser Kritikpunkt vorwiegend im Rahmen des dynamisch-integrativen Ansatzes Nahrung findet, der sich an der Trennung des situativen und kontextabhängigen Handlungswissens in CK und PCK stört. Aus Sicht der Kritiker ist diese Unterscheidung nicht vertretbar, da rein mathematisches Wissen im Unterrichtskontext nicht existiert und das Unterrichten auf verschiedensten Dimensionen beruht, einschliesslich mathematischer und pädagogischer Aspekte (Depaepe et al., 2013, S. 13; vgl. Bednarz & Proulx, 2009; Huillet, 2009).

An vierter Stelle wird die festgelegte Konzeptualisierung Shulmans hinsichtlich der Einteilung von PCK in die Begriffe 1) Unterrichtsstrategien und Repräsentationen und 2) (Fehl-)Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern kritisiert (Depaepe et al., 2013, S. 13). Damit verbunden wird verschiedentlich für eine Erweiterung des Modells plädiert, das unter anderen Komponenten auch curriculares Wissen, Überzeugungen und Emotionen umfassen soll (ebd.; vgl. Grossman, 1990; Friedrichsen, Van Driel & Abell, 2010; Zembylas, 2007).

Als letzten Kritikpunkt bemängeln Depaepe et al. (2013, S. 13), dass die durch

PCK vermittelte Sichtweise auf „professionelles Unterrichten“ und die Vorstellung davon oft normativer Art ist. Was unter PCK verstanden wird, ist somit abhängig von kulturellen und akzeptierten Normen. So schreiben beispielsweise Standards von bestimmten Organisationen (wie z.B. jene des US-amerikanischen *National Council of Teachers of Mathematics*, kurz NCTM) genau vor, was PCK umfasst und wie es ausgelegt wird (ebd.; vgl. Ball et al., 2008; Bromme, 1995; Tirosh, Tsamir, Levenson & Tabach, 2011; Van Driel & Berry, 2012).

3.2.2 Rekonzeptualisierung des Modells nach Ball et al. (2008)

Die dargelegten Kritikpunkte wurden von verschiedenen Forschungsgruppen (Grossman, 1990; Cochran, DeRuiter & King, 1993; Marks, 1990; Hill, Ball et al., 2008; Hill et al., 2004) aufgenommen, um ausgehend davon neu adaptierte Konzeptualisierungen zu erarbeiten. Die Gruppe um Ball (2008) entwickelte dabei im Rahmen des Projekts *Learning Mathematics for Teaching* (LMT) die vermutlich einflussreichste Überarbeitung des PCK-Konzepts (Depaepe et al., 2013, S. 13). Ihr Modell (vgl. Abbildung 2) besteht aus der übergreifenden Dimension des *mathematical knowledge for teaching* (MKT), das sowohl das *content knowledge* (Fachwissen) als auch das *pedagogical content knowledge* (fachdidaktisches Wissen) umfasst (vgl. Ball et al., 2008; Hill, Ball et al., 2008; Hill et al., 2005; Hill et al., 2004). Die Autorinnen und Autoren anerkennen damit, dass Fachwissen und fachdidaktisches Wissen aus Sicht der Praxis und der Empirie nicht voneinander getrennt werden können, und fassen diese trotz der theoretischen Unterscheidung unter dem Begriff MKT zusammen (Depaepe et al., 2013, S. 17; vgl. Escudero & Sánchez, 2007). MKT bezieht sich auf das mathematische Wissen, das Lehrpersonen benötigen, um Mathematik zu unterrichten, und kann mit dem deutschen Begriff „mathematisches Unterrichts- bzw. Professionswissen“ zusammengefasst werden. Diese Konzeptualisierung unterscheidet sich von Shulmans (1987) ursprünglichem Modell in mindestens zwei Punkten (Depaepe et al., 2013, S. 13): Erstens war sein PCK-Konzept anfangs rein theoretisch und diente als „heuristisches Werkzeug“, um dasjenige Lehrpersonenwissen zu identifizieren, das für ein effektives Unterrichten von Bedeutung sein könnte (Ball et al., 2008, S. 392). Im Gegensatz dazu entstand das MKT-Modell (Ball et al., 2008) ausgehend vom Versuch, Shulmans (1987) Konzept des PCK weiterzuentwickeln und empirisch zu validieren. Ein zweiter Unterscheidungspunkt besteht darin, dass in dem neueren Modell von Ball et al. (2008) PCK und CK in die übergeordnete Kategorie des mathematischen Unterrichtswissens integriert werden (vgl. Abbildung 2, rechts), während bei Shulmans Konzeptualisierung von 1987 (links) die beiden Bereiche klar getrennt voneinander aufgeführt werden. Des Weiteren gehört die bei Shulmans Konzept separat behandelte Kategorie *curriculum knowledge* im neueren

Modell von Ball et al. (2008) zu den anderen PCK-Facetten dazu.

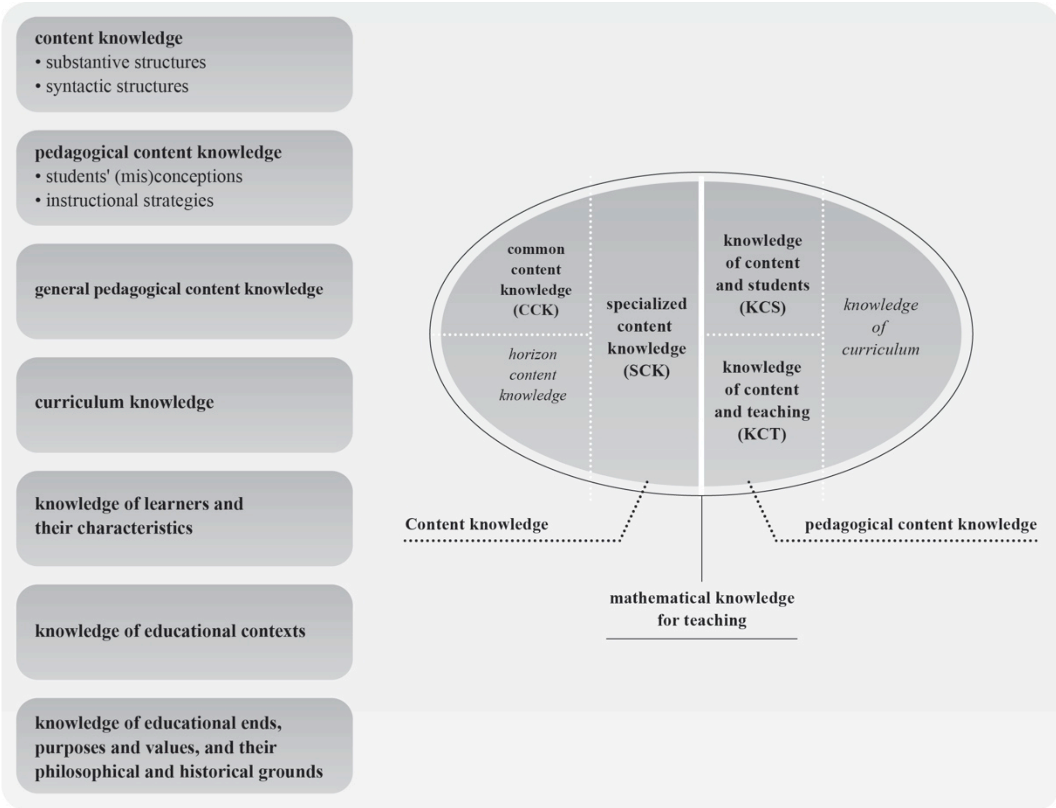

Abbildung 2: Zusammenhang der Konzeptualisierungen von Shulman (1987) und Ball et al. (2008); Abbildung in Anlehnung an Depaepe et al. (2013, S. 14)

Im Vergleich zu Shulmans siebengliedriger Taxonomie des professionellen Wissens umfasst das Modell von Ball et al. (2008) die zwei im *mathematical knowledge for teaching* (MKT) vereinten Dimensionen des *content knowledge* (CK) und des *pedagogical content knowledge* (PCK). Diese entsprechen in Shulmans Konzeptualisierung von 1987 dem ersten und zweiten Wissensbereich (vgl. Kapitel 2.2.1), wobei diese im aktuelleren Modell wiederum je drei – und somit insgesamt sechs – Komponenten umfassen. Diese lassen sich im Hinblick auf das Thema dieser Forschungsarbeit in Anlehnung an Ball et al. (2008) und Depaepe et al. (2013, S. 13-14) wie folgt beschreiben:

1. *Common content knowledge CCK* (allgemeines Inhaltswissen) umfasst im Hinblick auf die sonderpädagogische Praxis mathematikspezifisches Wissen von SHP, das nicht direkt für den unterrichtlichen Kontext benötigt wird.
2. *Specialized content knowledge SCK* (spezialisiertes Inhaltswissen) meint das mathematische Wissen sowie Fähigkeiten und Fertigkeiten, die exklusiv für den Mathematikunterricht gebraucht werden. Dazu gehört beispielsweise das spezialisierte Wissen aus der Entwicklungspsychologie zur Zahlbegriffsentwicklung.

3. *Horizon content knowledge HCK* (weiterführendes Inhaltswissen) ist weniger als Wissensdimension zu verstehen, sondern vielmehr als das Bewusstsein dafür, wie eng Themen des mathematischen Curriculums über die Schulzeit miteinander verknüpft sind (Ball et al., 2008, S. 403). So müssen beispielweise Erstklassenlehrpersonen wissen, inwiefern die Inhalte ihrer Klassenstufe mit jenen der Folgeklasse zusammenhängen, um die dafür nötigen Grundlagen zu vermitteln (ebd.). Diese Dimension wird von Ball et al. (ebd.) als „vorläufig" bezeichnet.
4. *Knowledge of content and students KCS* (Wissen über Inhalt und Lernende) bezieht sich entsprechend Shulmans (1987) Komponente *knowledge of learners and their characteristics* auf das Wissen der Lehrperson über die Gruppe der Lernenden sowie einzelne Kinder. Die Fachperson in SHP muss den Lernstand ihrer Schülerinnen und Schüler kennen, damit sie den Unterricht adaptiv an deren Lernvoraussetzungen anpassen kann. Damit verbunden muss sie auf Schwierigkeiten und Besonderheiten der Lernenden – z. B. von Kindern mit besonderem Bildungsbedarf – eingehen können. Methoden der Lernstandserfassung und damit verbunden der Einsatz von diagnostischen Instrumenten spielen hier eine wichtige Rolle.
5. *Knowledge of content and teaching KCT* (Wissen über Inhalt und Unterrichten) kann Shulmans (1987) drittem Wissensbereich *general pedagogical knowledge* zugeordnet werden und bezeichnet das pädagogische Wissen, das sich vor allem auf allgemeine Grundsätze und Strategien des Classroom Management und der Organisation von Anforderungen, die den Unterrichtsstoff überschreiben, bezieht. Als Beispiel wird hier der Umgang mit sozialen Interaktionen genannt (Leuchter, 2009, S. 29). Zusammen mit KCS entspricht KCT den zwei Schlüsselkomponenten von Shulmans PCK-Konzept: Wissen über (Fehl-)Vorstellungen von Lernenden und deren Schwierigkeiten sowie Wissen über Unterrichtsstrategien, z. B. über den Einsatz geeigneter Arbeitsmittel und Veranschaulichungen zur Darstellung von Anzahlen.
6. *Knowledge of content and curriculum KCC* (Wissen über Inhalt und Curriculum) entspricht Shulmans (1987) vierter Komponente *curriculum knowledge* und bezieht sich somit auf das Wissen über notwendige Unterrichtshilfen wie Lehrpläne, Lehrmittel und Materialien. Dies ist neben dem HCK die zweite Komponente, bei der keine Operationalisierung anzustreben ist: Diese Domäne umfasst nämlich das „Handwerkszeug", wie Shulman (1987, S. 8) es nennt. Das sind beispielsweise die für den Mathematikunterricht von Schülerinnen und Schülern mit IB verwendeten Lehr- und Lernhilfen.

Aus theoretischer Sicht können für die kriterienorientierte Messung somit vier Wissensbereiche für die Operationalisierung des mathematikspezifischen Wissens von SHP als mögliche Leitlinien dienen (vgl. Kapitel 6.3.2): Die beiden fachlichen Komponenten *common content knowledge* und *specialized content knowledge* sowie die zwei fachdidaktischen Dimensionen *knowledge of content and students* und *knowledge of content and teaching*. Dabei gilt zu berücksichtigen, dass die Michigan-Gruppe in ihren Untersuchungen die beiden Komponenten des Fachwissens zu einer Hauptdimension *content knowledge* (CK) zusammenfasste und von der fachdidaktischen Dimension *knowledge of content and students* (KCS) unterschied, wobei die Trennung dieser beiden Dimensionen mit ihren Daten grundsätzlich abgebildet werden konnte, jedoch auch Nebenladungen zu verzeichnen waren, die sich Hill et al. (2004) als Wechselwirkungen erklären:

> Whatever the cause of these loading patterns, it made sense to think that mathematical content knowledge and knowledge of students and mathematics should be interrelated, for it is difficult to imagine teachers having strong knowledge of students' learning without some basic knowledge of the mathematics they study. (S. 21-22)

In Anlehnung an das MKT-Konzept von Ball et al. (2008) wird analog zum Oberbegriff *mathematical knowledge for teaching* (MKT) im Rahmen dieser Arbeit die übergreifende Dimension als *mathematikspezifisches Professionswissen* (MPW) von SHP bezeichnet. Die Operationalisierung des Konstrukts MPW hat dabei jedoch nicht die Prüfung des MKT-Modells zum Ziel, sondern nutzt dieses vielmehr als Orientierung, um zentrale Facetten des MPW von SHP vor dem Hintergrund wichtiger Inhalte mathematischer Förderung bei besonderem Bildungsbedarf zu berücksichtigen und zu beschreiben. Die Operationalisierung des Konstrukts MPW ist Teil des Untersuchungskapitels (vgl. Kapitel 6.3.2).

Vor- und Nachteile des MKT-Konzepts

Die von Ball et al. (2008) entwickelte Konzeptualisierung des MKT weist verglichen mit dem herkömmlichen Modell von Shulman (1987) drei zentrale Vorteile auf (vgl. Depaepe et al., 2013):

Der erste Pluspunkt besteht in der empirischen Absicherung des Modells für die *elementary school* (Klasse 1 bis 5) (Hill et al., 2004) und die *middle school* (Klasse 6 bis 8) (Hill, 2007) bzw. für die Primar- und Sekundarstufe. Exemplarisch wird an dieser Stelle auf die erste der beiden genannten Studien eingegangen, deren Ausgangspunkt die Frage bildete, welches mathematische Professionswissen benötigt wird, um Schülerinnen und Schüler beim Mathematiklernen zu unterstützen (Hill et al., 2004, S. 15): Der Fokus dieser Untersuchung lag auf den als zentral erachteten Inhaltsbereichen Zahlbegriff (bzw. *number concept*) und Operationen sowie auf den drei Bereichen Muster, Brüche und Algebra, wobei gemäss dem MKT-Modell die Betonung auf dem allgemeinen und spezialisierten Inhaltswissen lag (ebd; Hill et al., 2005).

Ausgehend von den Ergebnissen der Faktorenanalysen kommen Hill et al. (2004)

hinsichtlich des Professionswissens von Lehrpersonen des Kindergartens bis und mit der 6. Primarschulklasse zum Schluss, „that teachers' content knowledge for teaching is at least somewhat domain specific, and that scholars [e.g. Shulman] who have hypothesized about the categories around which teacher knowledge might organize are at least partially correct“ (Hill et al., 2004, S. 24).
Das MKT-Konzept ist somit im Gegensatz zum älteren Modell das Resultat einer empirischen Untersuchung über das professionelle mathematische Wissen von Lehrpersonen (Depaepe et al., 2013, S. 13-14; vgl. Ball et al., 2008)
Als Zweites wird mit dem MKT-Test die Operationalisierung von Shulmans (1986) Modell durch die Entwicklung eines validen Testinstruments zur interessierenden Thematik unterstützt (Depaepe et al., 2013, S. 14). In den vorangegangenen Ausführungen zum Modell wurde deutlich, dass eine Operationalisierung der beiden Modellkomponenten *horizon content knowledge* (HCK) und *knowledge of content and curriculum* (KCC) nicht anzustreben ist, zumal sich diese nicht klar eingrenzen lassen. Das von Ball et al. (2008) konzipierte Instrument beinhaltet deshalb Items zu den vier operationalisierbaren MKT-Kategorien: *common content knowledge* (CCK), *specialized content knowledge* (SCK), *knowledge of content and students* (KCS) und *knowledge of content and teaching* (KCT).
Drittens liefert das MKT-Konzept empirische Evidenz für eine positive Korrelation zwischen dem PCK von Lehrpersonen und der Lernleistung der Schülerinnen und Schüler (Depaepe et al., 2013, S. 14).
Zwischenzeitlich wurde das MKT-Modell von Ball et al. (2008), wie bereits das Vorreitermodell von Shulman (1987), aus verschiedenen Gründen kritisiert. Diese werden nachfolgend in Anlehnung an Depaepe et al. (2013, S. 14) zusammengefasst dargelegt:
Der erste Kritikpunkt bezieht sich – wie schon ein Teil der Kritik zu Shulmans (1987) Taxonomie (vgl. Baumert et al., 2010; Bednarz & Proulx, 2009; Blömeke, Felbrich et al., 2008; Huillet, 2009; Marks, 1990; Saderholm et al., 2010) – auf die Frage, ob sich die beiden Hauptdimensionen des MKT-Modells aus theoretischer und empirischer Sicht überhaupt voneinander abgrenzen lassen. So fragen beispielsweise Petrou und Goulding (2011), inwiefern sich *specialized content knowledge* von *pedagogical content knowledge* unterscheidet (Depaepe et al., 2013, S. 14). Zweitens bestätigen Faktorenanalysen von Studien, die den MKT-Test eingesetzt haben, die im Modell klar voneinander abgegrenzten Kategorien nicht hinreichend (Baumert et al., 2010), was sich Hill et al. (2004, S. 21-22) wie im vorangegangenen Zitat (S. 33) dargelegt, mit Wechselwirkungen erklären. Die Michigan-Gruppe bestätigt denn auch, dass es nicht immer einfach sei, „to discern where one of our categories divides from the next, and this affects the precision (or lack thereof) of our definitions“ (Ball et al., 2008, S. 403).

Als Letztes wird die kognitive Perspektive kritisiert, die professionelles Wissen unabhängig vom Kontext, in dem dieses angewendet wird, zu messen versucht. Oser (2010, S. 6) verweist in diesem Zusammenhang auf die Bedeutung der Berücksichtigung des *situativen Kontexts* unterrichtlichen Handelns. Der gleiche Kritikpunkt wurde ebenfalls bereits zu Shulmans (1987) Modell geäussert und damit verbunden ist auch die Forderung, beispielsweise Komponenten wie Überzeugungen von Lehrpersonen hinsichtlich des Mathematikunterrichts einzubeziehen (vgl. Petrou & Goulding, 2011), nicht neu.
Es gilt jedoch zu berücksichtigen, dass das auf Shulman (1987) zurückgehende Modell von Ball et al. (2008) trotz der Meinungsverschiedenheiten hinsichtlich der Definition und Interpretation von PCK (Graeber & Tirosh, 2008) noch immer einen grossen Einfluss auf die Forschung zum Professionswissen und zur Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen hat (Depaepe et al., 2013, S. 14). Der Grossteil der PCK-Forschung bezieht sich denn auch auf die naturwissenschaftliche und mathematische Bildung (Ball et al., 2008). Die systematische Übersicht von Depaepe et al. (2013) zeigt zudem die Bedeutung und Präsenz des PCK-Konzepts (Shulman, 1987) sowie des darauf aufbauenden MKT-Modells (Ball et al., 2008) in der mathematikdidaktischen Forschung auf. Aus diesen Gründen wird trotz der dargelegten Kritikpunkte die Konzeptualisierung von Ball et al. (2008) als theoretische Orientierungshilfe für die vorliegende Untersuchung bzw. für die Beantwortung der Operationalisierungsfrage (vgl. Kapitel 6; 6.3.2) genutzt. Dies ist auch insofern interessant, als zu keiner anderen Topologie des professionellen Wissens ein vergleichbarer Fundus an Forschungsergebnissen und -berichten vorliegt und dadurch die Interpretation und Diskussion der Ergebnisse (vgl. Kapitel 9) mitunter in Bezug zu bisherigen empirischen Befunden erfolgen kann.

3.3 Professionelle mathematische Kompetenz

Warum die *Kompetenz* als wichtiger Bestandteil der Professionalität bzw. Expertise von Lehrpersonen gerade im Kontext des Mathematikunterrichts eine besondere Rolle einnimmt, machen Allemann-Ghionda und Terhart (2006) ausgehend von empirischen Forschungsergebnissen deutlich:

> Aus den verfügbaren Daten geht hervor, dass bei manchen Fächern (insbesondere bei der Mathematik) die didaktische Expertise der Lehrpersonen eine grössere Rolle spielt als bei anderen, wohl weil just in der Mathematik – der exakten Wissenschaft par excellence – kulturell und sozioökonomisch bedingte Einstellungen, Verhaltensweisen und Vorwissen weniger bedeutend sind als in den anderen Wissensgebieten und Disziplinen. (S. 8)

Professionalität als Grundlage für wirksamen Unterricht oder effektive (sonder-) pädagogische Förderung ist dabei nicht allein vom Wissen der Lehrperson abhängig, sondern setzt auch Können und professionellen Habitus voraus (Tenorth, 2006). Somit wird deutlich, dass der Begriff des professionellen Wissens nicht hinreichend als Erklärung für gelingenden Unterricht dient. Im erziehungswissenschaftlichen Diskurs zur Professionalität von Lehrpersonen wird deshalb der Begriff der *Kompetenz* favorisiert (Allemann-Ghionda & Terhart, 2006). Dies entkräftet in der Auseinandersetzung mit der Professionalität von Lehrpersonen die Fehlannahme, „es ginge um dezidiert theoretische Wissensbestände, gar noch um disziplinär geordnete und separierte Wissensbestände, wenn man zu beschreiben und zu analysieren versucht, wie es der Profession gelingt, den Alltag zu bewältigen" (Tenorth, 2006, S. 589). Als verbindendes Element zwischen dem Professionswissen und der professionellen Kompetenz wird dabei das Reflexionswissen erachtet, das die „Überführung" wissenschaftlichen Wissens in Handlungskompetenz und damit bestenfalls in das „Praxiskönnen" ermöglicht (Kracht, 2014, S. 207).

Der Kompetenzbegriff umfasst somit neben dem professionellen Wissen auch die Fähigkeit, situationsabhängig und adaptiv angemessen zu handeln, und beinhaltet auch funktionale Überzeugungen sowie motivationale Merkmale (Kunter & Baumert, 2010, S. 3). Eine der ersten Untersuchungen zur Erfassung der professionellen Kompetenz angehender Lehrpersonen der Sekundarstufe I war die Studie *Mathematics Teaching in the 21st Century* (MT21), die anhand grosser Fallzahlen aus sechs Ländern (die Schweiz ausgenommen) einen internationalen Vergleich ermöglichte (Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2011, S. 9). Darauf aufbauend wurde in 17 Ländern die Vergleichsstudie *Teacher Education and Development Study: Learning to Teach Mathematics* (TEDS-M) (vgl. Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2010) mit angehenden Mathematiklehrpersonen der Primar- und Sekundarstufe I durchgeführt, wobei hier auch Deutschschweizer Studierende teilnahmen (Blömeke, Kaiser et al., 2011, S. 9). Beiden Studien lag dabei dieselbe Konzeptualisierung professioneller Kompetenz zugrunde (vgl. Abbildung 3).

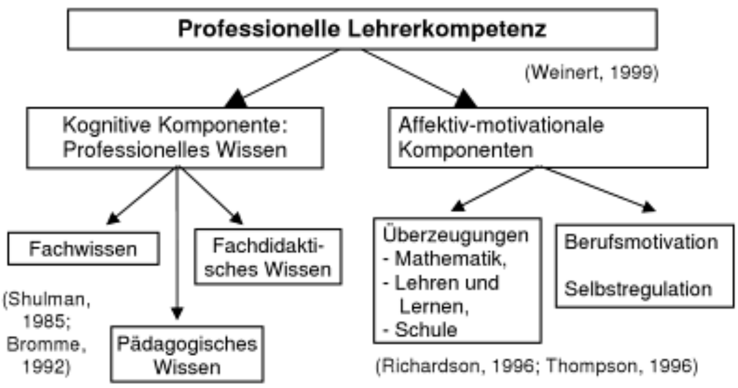

Abbildung 3: Modell professioneller Kompetenz von Lehrpersonen nach Blömeke (2013, S. 26)

Wie in Abbildung 3 veranschaulicht, bietet das Modell eine Übersicht über die verschiedenen Komponenten der professionellen Kompetenz, indem es diese als komplexes und multidimensionales Konstrukt veranschaulicht (Blömeke, Kaiser et al., 2011, S. 9), das sich aus den Bereichen des professionellen Wissens sowie professionellen Überzeugungen und motivationalen Aspekten zusammensetzt (Kunter & Baumert, 2010). Andere Konzeptualisierungen unterteilen die professionelle Kompetenz ebenfalls in kognitive und affektiv-motivationale Komponenten (vgl. Baumert & Kunter, 2006; Schaper, 2009). Die starke Betonung der Wissensbereiche hat nach Lüders (2012) dabei drei Gründe:

> Erstens findet die Lehrertätigkeit in einer „schlechtdefinierten Domäne“ statt; die Anforderungen sind sehr vielfältig und setzen, so die Annahme, für ihre Bewältigung „komplexe Wissensstrukturen“ voraus. Zweitens hat die Prozess-Produkt-Forschung zwar zahlreiche Teilfertigkeiten des „guten“ Lehrers ermitteln können, die Befunde sind aber so vielfältig, dass ein Konzept der wissensbasierten Expertise mehr Orientierung bei der Entwicklung eines Konstrukts pädagogischer Handlungskompetenzen verspricht. Drittens fehlt ein eindeutiges Leistungskriterium zur Identifikation von Experten, sodass schliesslich auch vor diesem Hintergrund der Rekurs auf Wissen als Kompetenzindikator plausibel erscheint. (S. 776)

Im Unterschied zum Ausgangsmodell professioneller Lehrerinnen- und Lehrerkompetenz der MT21- und TEDS-M-Studie (vgl. Abbildung 3; Blömeke, 2011, S. 395) unterscheidet das Kompetenzmodell des deutschen Forschungsprojekts COACTIV (Baumert & Kunter, 2011a) fünf Bereiche des Professionswissens und differenziert diese wiederum in sieben Facetten (vgl. Abbildung 4).

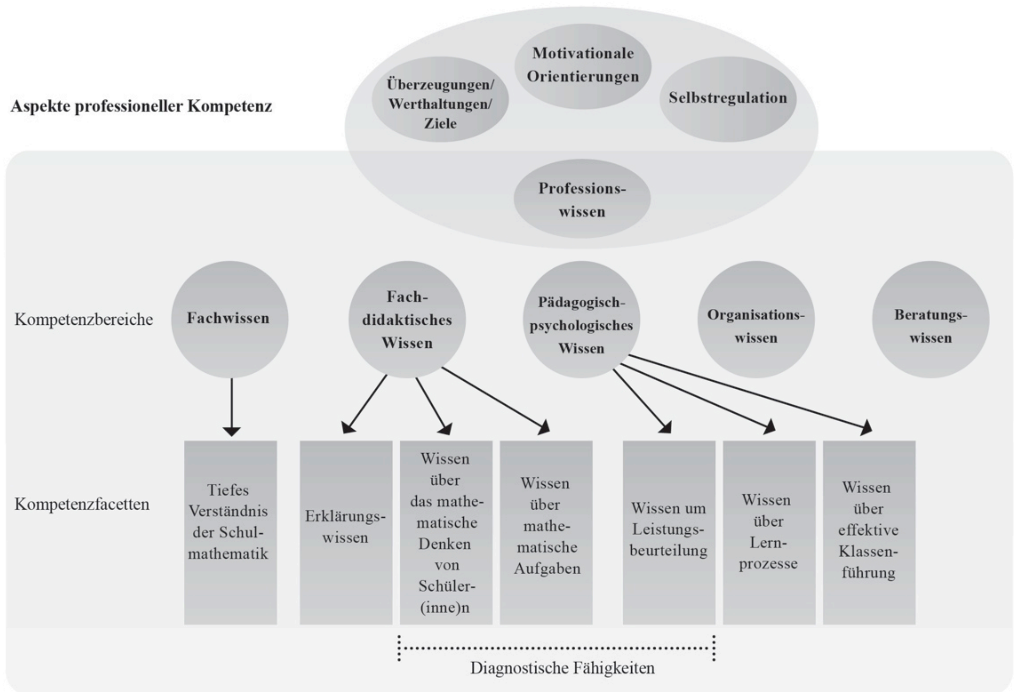

Abbildung 4: Spezifikationen des Professionswissens im COACTIV-Modell (Brunner et al., 2011, S. 217)

Ähnlich dem Modell von Blömeke (2011, S. 395) lässt sich auch im Kompetenzmodell von COACTIV (vgl. Abbildung 4) neben den fachspezifischen Komponenten das nicht fachliche bzw. pädagogische Wissen als allgemeindidaktisches Wissen beschreiben, das Unterrichtselemente wie Strukturierung, Umgang mit Heterogenität, Motivierung/Klassenführung und Leistungsbeurteilung sowie damit verbundene diagnostische Fähigkeiten beinhaltet (Blömeke, Kaiser et al., 2011, S. 10; Brunner, Anders, Hachfeld & Krauss, 2011, S. 217). In Untersuchungen mit Lehrpersonen konnte gezeigt werden, dass ein höheres nicht fachspezifisches Wissen (wie z. B. Wissen zur Unterrichtsplanung) mit einer effektiveren Klassenführung, einem differenzierteren Eingehen auf Lernvoraussetzungen und einer stärkeren Gewichtung eigenaktiver Lernformen einhergeht (Darling-Hammond, Barnett & Thoreson, 2001; NCTAF, 1996, S. 52). Dem pädagogischen Wissen wird dabei eine moderierende Rolle zugeschrieben (Dollny, 2011, S. 21), wobei hinsichtlich der zentralen Aspekte und der Wirkung „guten Unterrichts“ nach wie vor Forschungsbedarf besteht (Helmke, 2007).

Die hier dargestellten theoretischen Rahmenmodelle zur Veranschaulichung der professionellen Kompetenz und deren Bestandteile sind auch Gegenstand von Kritik: So bemängeln beispielsweise Zlatkin-Troitschanskaia und Seidel (2011, S. 226), dass häufig die Absicht postuliert werde, die „umfassende Handlungskompetenz“ zu messen, und man dem nicht gerecht werde, indem lediglich ausgewählte Dimensionen der pädagogischen Kompetenz untersucht würden. Auch bleibe oft unbeantwortet, in welchem Verhältnis die formulierten Dimensionen zueinander stünden (ebd.). Weiter kritisieren die Autorinnen, dass theoretische Modelle oft unreflektiert übernommen werden, und stellen sich abschliessend die Frage, „ob die Modellierung den Anforderungen an die Kontextspezifität des Kompetenzkonstrukts [überhaupt] gerecht werden kann“ (Zlatkin-Troitschanskaia & Seidel, 2011, S. 226).

Die vorliegende Arbeit erhebt damit verbunden nicht den Anspruch, sonderpädagogische Handlungskompetenz abzubilden, sondern beschränkt sich ausgehend vom formulierten Forschungsdesiderat (vgl. Kapitel 1) bewusst auf Facetten des fachspezifischen Professionswissens von SHP.

Nachfolgend werden zentrale Erkenntnisse zum mathematikspezifischen Professionswissen (respektive zum fachlichen und fachdidaktischen Wissen) von Lehrpersonen und angehenden Lehrpersonen zusammengefasst. An erster Stelle folgt die Einordnung dieses Wissens in den Kontext des Schulunterrichts.

3.3.1 Modelle zur Wirkung des Professionswissens im Unterrichtskontext

Für die Entwicklung des professionellen Wissens ist die Berufsausbildung unumstritten von zentraler Bedeutung. Wie bereits zu Beginn dieses Kapitels verdeutlicht wurde, hat die Entwicklung eines qualitativ hochstehenden Professionswissens dabei stets die optimale Lernentwicklung der Schülerinnen und Schüler im Blick. Dieser Auffassung liegt die Annahme zugrunde, dass das Professionswissen Einfluss auf die Fortschritte der Lernenden hat bzw. sich auf diese auswirkt. Zur Beschreibung der Zusammenhänge der Lehrerinnen- und Lehrerbildung bis hin zu den Lernleistungen der Schülerinnen und Schüler eignet sich beispielsweise das nachfolgend dargestellte Modell (vgl. Abbildung 5) von Terhart (2012), das in Anlehnung an Vogelsang (2014, S. 20) abgebildet wird:

Abbildung 5: Wirkkette der schulischen Bildung in Anlehnung an Vogelsang (2014, S. 20); gendergerecht angepasst

Dieses theoretische Modell stellt die *Ausbildung* der Lehrpersonen an den Anfangspunkt. Daraus gehen die *Ressourcen* der Lehrpersonen in Form von professionellen Kompetenzen hervor, wozu auch der Aufbau eines entsprechenden professionellen Wissens zählt. Auf diesen Kompetenzen basiert wiederum das unterrichtliche *Handeln*, das letztlich *Wirkungen* auf den Lernzuwachs der Lernenden hat. Auch wenn die Darstellung nur eine grobe Vorstellung der möglichen Wirkkette gibt und Elemente wie z. B. Weiterbildungskurse fehlen, so vermag sie dennoch die Bedeutung der Berufsausbildung für die Entwicklung der Kompetenzen aufseiten der Lehrenden und der Lernenden aufzuzeigen.

Sogenannte Angebots-Nutzungs-Modelle weisen gegenüber linearen Modellen wie jenem von Terhart (2012) den Vorteil auf, dass sie die komplexen Wechselwirkungen von ausser- und innerschulischen Bedingungen und individuellen Voraussetzungen auf der Ebene der Lernenden und Lehrenden berücksichtigen (Lipowsky, 2006, S. 47). Ein systemisches Modell zur Veranschaulichung der Wechselwirkungen des Professionswissens im Wirkungsnetz des unterrichtlichen Kontexts bietet das Angebots-Nutzungs-Modell (vgl. Abbildung 6) von Reusser und Pauli (2003, S. 3). Sie unterscheiden *angebotsbezogene Faktoren*, d. h. Merkmale der Lehrperson (z. B. Kompetenz und Professionswissen), Merkmale der Schule und gesellschaftliche Rahmenbedingungen von *nutzungsbezogenen Faktoren*, d. h. Schülerinnen- und Schülermerkmalen (z. B. Intelligenz, Vorwissen), Merkmalen der Familien und Peers sowie gesellschaftlichen Kontexten. Erstere legen dabei fest, basierend auf welchen Merkmalen das Bildungsangebot zustande kommt, während Letztere bestimmen, inwiefern die Lernenden in der Lage sind, das unterrichtliche Angebot zu nutzen.

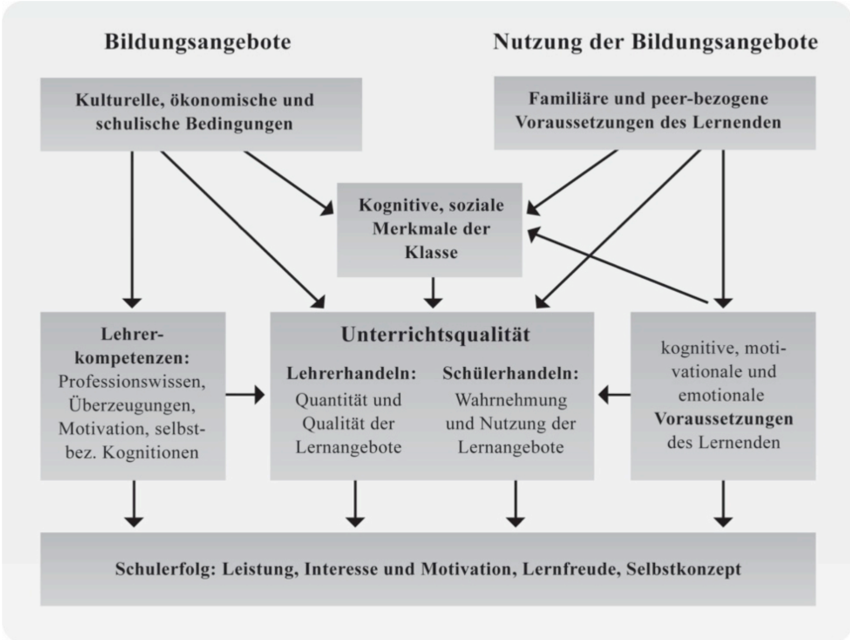

Abbildung 6: Vereinfachtes Angebots-Nutzungs-Modell nach Lipowsky (2006, S. 48)

Das Modell impliziert damit, dass das Professionswissen die Unterrichtsqualität mitbestimmt und Auswirkungen auf die Lernleistungen der Schülerinnen und Schüler, auf deren Motivation, Interesse und Einstellung hat.

3.3.2 Forschungsergebnisse zur Kompetenz von Mathematiklehrpersonen

Lipowsky (2006, S. 48-49) fasst die Ergebnisse mehrerer Querschnittstudien dahingehend zusammen, dass ein Grossteil der Varianz der Lernenden auf individuelle Merkmale zurückzuführen ist (je nach Studie zwischen 50–80%), während inner- und ausserschulische Komponenten deutlich weniger Varianz erklären (zwischen 7–13%). Davon ausgehend erachtet er als empirisch bestätigt, „dass von den individuellen Voraussetzungen der Lernenden das jeweilige Vorwissen, die kognitive Leistungsfähigkeit sowie familiäre und soziale Hintergrundvariablen den stärksten Einfluss auf das Leistungsniveau haben“ (Lipowsky, 2006, S. 49). Im Hinblick auf Längsschnittstudien zum Leistungszuwachs weist Lipowsky (ebd.) zudem darauf hin, dass Merkmale der Lehrperson, des Unterrichts und der Klasse bedeutender seien als aufgrund vorangegangener Querschnittstudien angenommen, wobei er mit Verweis auf mehrere Studien die Bedeutung der Unterrichtsqualität und einer „guten Lehrperson“ für leistungsschwächere Schülerinnen und Schüler hervorhebt. Dies weist in die gleiche Richtung wie die eingangs der Arbeit berichteten Folgerungen (vgl. Gustafsson & Undheim, 1996, S. 252; Johnson & Semmelroth, 2013; Rowan et al., 1997), wobei berücksichtigt werden muss, dass keine der genannten Studien einen spezifischen Fokus auf die Perso-

nengruppe von Kindern mit IB legt, sondern im Vordergrund Lernende mit besonderem Bildungsbedarf im Allgemeinen und/oder einem vergleichsweise niedrigen Intelligenzwert stehen.
Es gibt sowohl Ergebnisse aus Large-Scale-Assessments (wie im Fokus des vorliegenden Kapitels), aber inzwischen auch aus jüngeren Untersuchungen mit kleineren Stichproben (vgl. Bausch, 2015; Schulz, 2014), die sich dem Professionswissen von Lehrerinnen und Lehrern widmen. Auffallend ist dabei, dass häufiger das mathematikdidaktische Wissen (PCK) untersucht wird als das Fachwissen (CK), wobei Krauss, Brunner et al. (2008) als möglichen Grund für die Zurückhaltung hinsichtlich der expliziten Testung von Inhaltswissen angeben, dass „researchers did not want to give the impression of ‚testing' teachers" (S. 717). Eine weitere mögliche Erklärung wäre zudem, dass dem unterrichtsrelevanten Wissen in pädagogischen Kontexten eine grössere Bedeutung beigemessen wird, zumal dieses auch Anteile von Fachwissen beinhaltet. So wird mathematikdidaktisches Wissen in Anlehnung an Bromme (1992) denn auch verstanden als derjenige Bereich, „in dem mathematisches Wissen, Wissen über curriculare Konzeptionen zum Mathematikunterricht und unterrichtspraktische Aspekte sowie das Wissen über Schülervorstellungen aufeinander bezogen werden (Blömeke, Suhl et al., 2010, S. 32).
Von den bereits erwähnten Studien ist insbesondere die TEDS-M-Studie (Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2010) hinsichtlich der zu untersuchenden sonderpädagogischen Fachpersonen von Interesse, zumal angehende Primarlehrpersonen später am häufigsten in der SHP-Ausbildung anzutreffen sind.

Fachwissen
Entsprechend den theoretischen Rahmenmodellen (vgl. Abbildungen 2–4) wird das fachspezifische Wissen als wichtiger Bestandteil professioneller Kompetenz erachtet. Im Rahmen der TEDS-M-Studie von 2008 wurde mathematisches Wissen mittels der Dimensionen Arithmetik, Algebra und Geometrie (für die Stochastik wurden zu wenige Items vorgelegt) erhoben (Blömeke, Kaiser, Döhrmann, Suhl & Lehmann, 2010, S. 196). Die 936 Studierenden aus 15 Pädagogischen Hochschulen der Deutschschweiz rangieren im Vergleich zu den übrigen 14 Ländern hinsichtlich des Fachwissens an dritter Stelle und damit signifikant über dem Mittelwert. Dies ist insofern bemerkenswert, als die Schweizer Lehrerinnen- und Lehrerbildung Klassenlehrpersonen ausbildet, die mit ihrem Bachelorabschluss die Lehrberechtigung für mehrere Fachbereiche und mehrere Schulstufen erwerben (Döhrmann, Hacke & Buchholtz, 2010, S. 68). Blömeke, Kaiser, Döhrmann et al. (2010, S. 201-202) führen dieses Ergebnis auf die umfangreichen Lerngelegenheiten zurück, die angehenden Schweizer Lehrpersonen an den Pädagogischen Hochschulen geboten werden.

Ein hohes Fachwissen könnte insofern relevant für die Lernentwicklung der Schülerinnen und Schüler sein, als – gerade im Fachbereich der Mathematik – Ergebnisse bezüglich der Sekundarstufe darauf verweisen, dass die Lernleistung der Lernenden mit der Anzahl absolvierter Fachkurse der Lehrpersonen positiv korrelieren (Monk, 1994; Monk & King, 1994). Ausgehend von den Ergebnissen einer Längsschnittstudie kommt Monk (1994) zudem zum Schluss, dass „how much a student's teacher knows about what he or she is teaching has a positive effect on pupils' learning gains" (S. 125). Auch in weiteren Studien konnte die Bedeutung des fachlichen Wissens für die Lernleistung der Schülerinnen und Schüler aufgezeigt werden, indem überwiegend positive Korrelationen zwischen dem Fachwissen der Lehrpersonen und der Leistungsentwicklung der Schülerschaft nachgewiesen werden konnten (Lipowsky, 2006). Dabei zeigten sich insbesondere indirekte Auswirkungen des Fachwissens auf die Steuerung des Unterrichts (Helmke, 2012, S. 111; vgl. Berliner, 1995; Lipowsky, 2006). Andere Auslegungen, die den Effekt des mathematischen Wissens der Lehrenden auf Lernergebnisse bzw. die *Outcomes* der Lernenden als gering einstufen (Hattie et al., 2013, S. 136; vgl. Ahn & Choi, 2004) sind vor dem Hintergrund zu interpretieren, dass das Fachwissen hier zumeist indirekt, d. h. mittels distaler Indikatoren (Kunter & Klusmann, 2010, S. 75) erhoben wurde. Gerade Merkmale, die nur indirekt Aufschluss über das Professionswissen geben, wie z. B. Abschlussnoten, Studiendauer, Zertifizierung und Anzahl pädagogischer Weiterbildungskurse, gilt es allerdings kritisch einzuschätzen (Baumert & Kunter, 2006). Ausgehend davon wird vermehrt auf die Notwendigkeit der direkten Messung des Professionswissens von Lehrpersonen verwiesen (Bausch, 2015, S. 77; Kunter & Klusmann, 2010). Für die direkte Messung spricht zudem, dass Studien, die Befragungsinstrumente zur Untersuchung des Fachwissens eingesetzt haben, höhere Korrelationen zwischen dem Wissen der Lehrenden und der Lernleistung der Schülerinnen und Schüler berichten (Ahn & Choi, 2004). Mittels direkter Kompetenzmessung lassen sich denn auch differenziertere Aussagen zum Professionswissen machen. In der COACTIV-Studie wurden vier Aspekte des mathematischen Wissens unterschieden: 1) akademisches Forschungswissen, 2) profundes Verständnis des Schulstoffs, 3) Beherrschung des Schulstoffs und 4) Alltagswissen (Baumert & Kunter, 2011a, S. 37). Die Ergebnisse bestätigen einerseits, dass ein besseres Fachwissen der Lehrpersonen in direkter Weise die stärkere Ausrichtung des Curriculums an den Standards der Jahrgangsstufe beeinflusst, andererseits ein höheres Fachwissen keinen direkten Einfluss auf die kognitive Aktivierung und die individuelle Lernunterstützung hat (Kunter et al., 2011, S. 183). Die COACTIV-Ergebnisse liefern weiter einen Hinweis zur unterschiedlichen Wirkung der Wissensdimensionen, indem sie zeigen, dass das mathematische Wissen im Vergleich zum mathematikdidaktischen Wissen den Lernfortschritt der Lernenden in geringerem Masse vorhersagen kann

(Kunter et al., 2011, S. 182-183). Kunter et al. (ebd.) interpretieren dieses Ergebnis wie folgt:

> Dieses Ergebnis bedeutet nicht, dass das Fachwissen überhaupt keinen Einfluss auf Unterrichtsmerkmale hat. […] Aber besseres Fachwissen hat weder einen direkten Einfluss auf die kognitive Aktivierung im Unterricht noch auf die individuelle Unterstützung beim Lernen, die Lehrkräfte anbieten können, wenn Schwierigkeiten auftreten. In beiden Fällen ist das fachdidaktische Wissen entscheidend. (S. 183)

Diese Interpretation zeigt deutlich, welche Bedeutung dem fachdidaktischen Wissen im pädagogischen Kontext – auch auf höheren Schulstufen – zugeschrieben wird. Gerade im Kontext der sonderpädagogischen Förderung von Kindern mit IB könnte dabei dem didaktischen Wissen möglicherweise eine besondere Rolle zukommen, zumal die Metaanalyse von Ahn und Choi (2004) zeigt, dass auf niedrigeren Schulstufen das Fachwissen schwächer mit den Lernleistungen der Schülerinnen und Schüler korreliert und damit die Annahme besteht, dass hier vor allem fachdidaktische Komponenten im Vordergrund stehen. Nachfolgend werden deshalb ausgewählte Ergebnisse zum mathematikdidaktischen Wissen dargelegt.

Fachdidaktisches Wissen

Ein besonderer Kernbestandteil des Professionswissens stellt das mathematikdidaktische Wissen dar (vgl. Shulman, 1987). Dieses wurde neben dem mathematischen Wissen ebenfalls im Rahmen der Studie TEDS-M 2008 (Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2010) untersucht. Im Vordergrund steht dabei dasjenige Wissen, das für die Unterrichtsgestaltung benötigt wird, d. h. curriculares und planungsbezogenes Wissen (Blömeke, Kaiser, Döhrmann et al., 2010, S. 196). Auch hier liegen die Leistungen der Deutschschweizer Studierenden deutlich über dem Ländermittelwert, wobei sie im Vergleich zu den anderen europäischen Teilnehmerstaaten zusammen mit norwegischen Studierenden das umfangreichste mathematikdidaktische Wissen aufweisen (Baumert & Kunter, 2011b).

Dies könnte mitunter auf die vielen mathematikdidaktischen Lerngelegenheiten zurückzuführen sein, die Deutschschweizer Studierende durch die direkt in die Ausbildung integrierten Praktika wahrnehmen können.

Um den Einfluss der professionellen Wissensbasis von Lehrpersonen auf die Lernentwicklung der Schülerinnen und Schüler zu untersuchen, wurde in der Vergangenheit häufig auf distale Indikatoren (Noten, Ausbildungsdauer, Zertifizierung u. a.; vgl. Darling-Hammond et al., 2001) zurückgegriffen (Kunter & Klusmann, 2010). Gerade hinsichtlich der Erhebung des mathematikdidaktischen Wissens hat sich jedoch ein direkter Zugang bewährt: So untermauern beispielsweise Hill et al. (2005) mit ihren Ergebnissen die Bedeutung der direkten Messung des Professionswissens, indem sie zeigen, dass das *mathematical knowledge for teaching* eine signifikant positive Vorhersagekraft bezüglich des Lernfortschritts der Lernenden in der 1. und 3. Klasse besitzt und mit rund 30% in ähnlichem Masse zur Varianzaufklärung beiträgt wie der sozioökonomische Status. Die Michigan-Gruppe fasst ihre Ergebnisse dahingehend zusammen, „that there *is* a powerful relationship between what a teacher knows, how she knows it, and what she can do in the context of instruction“ (Hill, Blunk et al., 2008, S. 496; Hervorhebung im Original).

Verbunden mit der etablierten Zweiteilung fachspezifischer Komponenten professionellen Wissens interessiert weiter, ob und inwiefern sich mathematikdidaktisches Wissen vom entsprechenden Fachwissen hinsichtlich der Wirkung auf die Lernleistungen der Schülerinnen und Schüler unterscheidet. Die bereits erwähnten COACTIV-Ergebnisse von Kunter et al. (2011, S. 182-183) belegen eine höhere Vorhersagekraft des fachdidaktischen Wissens gegenüber dem Fachwissen hinsichtlich des Lernfortschritts der Lernenden und bestätigen eine deutliche Auswirkung auf die Qualität des Unterrichts im Allgemeinen (ebd.). Sie gehen dabei von drei Komponenten des fachdidaktischen Wissens aus: 1) Wissen über das Aufgabenpotenzial und Stoffanordnung, 2) Wissen über Schülerinnen- und Schülervorstellungen und 3) Wissen über Repräsentations- und Erklärungsmöglichkeiten (Baumert & Kunter, 2011a, S. 37-38). Es muss jedoch festgehalten werden, dass kein Konsens darüber besteht, welches fachdidaktische Wissen in verschiedenen Schulstufen vorausgesetzt werden kann (vgl. Bromme, 1995), und dass damit verbunden berücksichtigt werden muss, dass sich diese Ergebnisse nicht per se auf andere Schulstufen und/oder -formen übertragen lassen, zumal sich die berichteten Ergebnisse auf Lehrpersonen der 10. Klassenstufe beziehen. Zudem muss angemerkt werden, dass vereinzelt auch kritische Stimmen hinsichtlich der Handlungsvalidität des Professionswissens bzw. dessen Bedeutung für die Qualität unterrichtlichen Handelns und somit für die Lernentwicklung der Schülerschaft zu verzeichnen sind (vgl. Vogelsang & Reinhold, 2013).

Neben den quantitativen Studien mit verschiedenen Messansätzen gibt es auch einen Fundus an qualitativen Untersuchungen zu verzeichnen, wobei Baumert et al. (2010, S. 138) den Hauptertrag dieser Forschungsergebnisse dahingehend zusammenfassen, „that the repertoire of teaching strategies and the pool of alternative mathematical representations and explanations available to teachers in the classroom are largely dependent on the breadth and depth of their conceptual understanding of the subject“ (ebd.). Dies erklärt auch, weshalb die Autoren fachdidaktisches Wissen als „unvorstellbar“ ohne das grundlegende Fachwissen erachten (Baumert et al., 2010, S. 145). Gemäss den COACTIV-Ergebnissen wird somit angenommen, dass Lücken im fachlichen Wissen die Entwicklung der fachdidaktischen Komponente einschränken können, da „das Fachwissen den Entwicklungsraum des fachdidaktischen Wissens und damit auch indirekt die Unterrichtsqualität [definiert]“ (Baumert & Kunter, 2011b, S. 185).

Die hier genannten Studien liefern für den sonderpädagogischen Kontext jedoch nur bedingt Hinweise, da Wissensaspekte, die für die Förderung von Kindern mit besonderem Bildungsbedarf zentral sind, in Large-Scale-Assessments mehrheitlich vernachlässigt werden (Schulz, 2014, S. 196). Des Weiteren fehlt auch die Abbildung des Wissens zur mathematischen Entwicklung im Vor- und Grundschulalter durch entsprechende Items (Döhrmann, Kaiser & Blömeke, 2010, S. 178). Graeber und Tirosh (2008, S. 129) ziehen in ihrer Auseinandersetzung mit PCK das Fazit, dass künftig der Fokus auch auf spezifischen Arten des mathematikdidaktischen Wissens liegen wird.
Als Beispiel einer jüngeren Untersuchung, die in diese Richtung weist, ist die Forschungsarbeit von Schulz (2014) zu nennen. Er hat 15 Grundschullehrpersonen mittels als Wissenstest angelegter Interviewbefragung anhand von Videovignetten hinsichtlich ihres mathematikdidaktischen Wissens zu zwei Einzelaspekten (Ablösung vom zählenden Rechnen und Aufbau des Stellenwertverständnisses) untersucht. Ausgehend von seinen Ergebnissen, die zeigen, dass stark divergierende Wissensstände hinsichtlich der beiden interessierenden Inhaltsbereiche vorhanden sind (die befragten Lehrpersonen weisen deutlich mehr Wissen zum zählenden Rechnen als zur Erarbeitung des Stellenwertverständnisses auf), formuliert Schulz die Annahme, dass das fachdidaktische Wissen *inhaltsspezifisch* sei (Schulz, 2014, S. 404). Insgesamt macht diese Untersuchung deutlich, dass die Auseinandersetzung mit den unterrichtsrelevanten Wissenskomponenten unerlässlich ist. Dies ist gerade im Hinblick auf den sonderpädagogischen Förderkontext von Bedeutung, zumal es hier – im Gegensatz zur allgemeinen Schulforschung – an empirischen Ergebnissen zum fachdidaktischen und fachlichen Wissen der zuständigen Lehrpersonen bzw. Sonderpädagoginnen und Sonderpädagogen mangelt.

Exkurs: Zum Zusammenhang von fachlichem und fachdidaktischem Wissen
Es liegen bereits einige Forschungsarbeiten vor, z. B. zur Mathematik (vgl. Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2010; Hill et al., 2004; Kunter et al., 2011), zur Chemie (z. B. Dollny, 2011) oder zur Physik (z. B. Kirschner, 2013), die sich mit dem Zusammenhang der beiden Hauptdimensionen des mathematikspezifischen Professionswissens beschäftigen, wobei fächer-, stufen- und methodenspezifische Unterschiede festzustellen sind. Die Operationalisierung der Dimensionen Fachwissen und fachdidaktisches Wissen fällt, verbunden mit den verschiedenen Konzeptualisierungen professionellen Wissens (Fachwissen und fachdidaktisches Wissen als trennbare oder untrennbare bzw. verbundene Konstrukte) (vgl. Ball et al., 2008; Krauss, Brunner et al., 2008), zudem recht unterschiedlich aus und bietet eine mögliche Erklärung für die divergierenden Ergebnisse. Vor diesem Hintergrund ist die Bestimmung eines allgemeinen Konsenses erschwert.

Ausgehend von Ergebnissen aus der Expertiseforschung formulieren Krauss, Brunner et al. (2008, S. 717) die Annahme, dass die Wissensbasis von Fachpersonen nicht nur umfassender, sondern auch stärker vernetzt ist als jene von Laien. Sie ordnen die aus der COACTIV-Studie hervorgegangenen Ergebnisse auch dementsprechend ein: Diese zeigen, dass Gymnasiallehrkräfte über ein signifikant höheres Professionswissen verfügen als nicht gymnasiale Lehrkräfte und sich ihr Wissen – anders als bei Lehrenden auf „niedrigeren" Schulstufen – kaum in zwei Dimensionen trennen lässt, sondern stark vernetzt ist (Krauss, Brunner et al., 2008, S. 723). Das COACTIV-Team schliesst deshalb aus den Ergebnissen, dass sich verschiedene Gruppen von Lehrpersonen nicht nur hinsichtlich der Ausprägung ihres Professionswissens unterscheiden, sondern ihr Wissen auch differierende Vernetzungen aufweist (Krauss, Brunner et al., 2008, S. 723). Ausgehend davon wird angenommen, dass die Ausprägung des Zusammenhangs zwischen dem Fachwissen und dem fachdidaktischen Wissen vom Ausbildungshintergrund abhängt und die Struktur des Wissens in verschiedenen Lehrerinnen- und Lehrergruppen differiert (ebd., S. 717). Allerdings kann die Frage, in welcher Weise sich diese Abhängigkeit gestaltet, aufgrund des uneinheitlichen Forschungsstands nicht abschliessend beantwortet werden.
Die Ergebnisse der Vergleichsstudien höherer Schulstufen (z. B. jene des COACTIV-Projekts) könnten den Schluss nahelegen, dass bei Lehrpersonen der Primarschule ein deutlich schwächer vernetztes Professionswissen zu erwarten wäre. Diese Annahme steht jedoch im Widerspruch zu Untersuchungsergebnissen der LMT-Studie, die zeigen, dass das mathematische Wissen und das mathematikdidaktische Wissen von Primarlehrpersonen ebenfalls stark korrelieren (Hill et al., 2004). Die Michigan-Gruppe erklärt die enge Vernetzung der beiden Wissensdimensionen dabei im Rahmen ihres Modells des *mathematical knowledge for teaching* (MKT) mit einem dahinterliegenden Generalfaktor (Hill et al., 2004). Interessant sind hier die im Rahmen der TEDS-M-Studie gewonnenen Ergebnisse, die zeigen, dass in einigen Ländern geringe Korrelationen hinsichtlich des Zusammenhangs des mathematischen und mathematikdidaktischen Wissens von Primarlehrpersonen bestehen (z. B. in der Schweiz; $r = 0.38$; $SE = 0.03$), während sich in anderen Ländern eine starke Vernetzung der beiden Wissenskomponenten feststellen lässt (z. B. in Deutschland; $r = 0.62$, $SE = 0.03$) (Blömeke, Kaiser, Döhrmann et al., 2010, S. 241-242).
Wiederum andere Forschungsergebnisse (z. B. für den Fachbereich der Chemie) weisen entgegen der Annahmen von Krauss et al. (2008) in die entgegengesetzte Richtung, indem sie zeigen, dass der Zusammenhang zwischen dem Fachwissen und dem fachdidaktischen Wissen bei Lehrpersonen höherer Schulstufen (d. h. Gymnasium) geringer ist als bei Lehrpersonen, die an der Hauptschule unterrichten (Dollny, 2011, S. 96).

Unabhängig von der Relation zum Ausbildungshintergrund und der Schulstufe stossen die empirischen Nachweise enger Zusammenhänge in der Mathematikdidaktik auch auf Kritik: So hinterfragen Buchholtz, Kaiser und Blömeke (2014, S. 103) diese Befunde und begründen ihre Kritik mit der These, dass die hohen Korrelationen zwischen dem Fachwissen und dem fachdidaktischen Wissen mitunter auf die einseitig operationalisierte Dimension des fachdidaktischen Wissens zurückzuführen ist (ebd.).
Auch wenn kein Konsens darüber besteht, in welcher Weise die Wissensdimensionen hinsichtlich verschiedener Schulstufen und der Lehrerinnen- und Lehrerausbildung vernetzt sind, so scheint unbestritten, dass es sich um verbundene Elemente handelt, die jeweils unterschiedlich auf die Lernentwicklung wirken. Hinsichtlich des Unterrichts wird dabei – wie schon bei Shulman (1987) – die Bedeutung des *pedagogical content knowledge* bzw. des mathematikdidaktischen Wissens in besonderem Masse hervorgehoben:

> Fachliches und fachdidaktisches Wissen hängen eng zusammen, aber die direkte Wirkung auf die Mathematikleistung geht ausschliesslich vom fachdidaktischen Wissen aus und ist ebenso stark wie der Effekt des mathematischen Vorwissens der Klasse. (Helmke, 2012, S. 112)

Ausgehend von den Modellen zur Wirksamkeit des Professionswissens (vgl. Kapitel 3.3.1) lässt sich dabei die These aufstellen, dass die Ausprägung der Lernfortschritte bei den Lernenden von der Ausbildungsqualität der Lehrenden insofern abhängt, als eine qualitativ hochwertigere Lehrerinnen- und Lehrerbildung mit einer grösseren Wirksamkeit des professionellen Handelns bzw. einer besseren Lernentwicklung der Schülerinnen und Schüler einhergeht (Allemann-Ghionda & Terhart, 2006, S. 8). Aus diesem Grund werden im nachfolgenden Kapitel einflussnehmende Faktoren hinsichtlich des Professionswissens und dessen Wirkung in den Blick genommen, wobei entsprechend der Fragestellung dem Merkmal der Ausbildung besondere Aufmerksamkeit zukommt.

3.3.3 Einflussnehmende Merkmale hinsichtlich der Bildungsqualität

Rolle der Ausbildung von Lehrpersonen
Vor dem Hintergrund, dass die professionelle Kompetenz als wichtige Bedingung für erfolgreichen Unterricht, d. h. für die optimale Lernentwicklung der Schülerinnen und Schüler erachtet wird (Richter, Kuhl, Reimers & Pant, 2012, S. 238) interessiert, welche Faktoren allenfalls einen Einfluss auf das Professionswissen als Teil der Lehrerinnen- und Lehrerkompetenz haben und welche Wirkungszusammenhänge hinsichtlich der Schülerinnen- und Schülerleistung bestehen. Die theoretischen Modelle in Kapitel 3.3.1 verweisen dabei auf die Rolle der Ausbildung von Lehrpersonen (vgl. Reusser & Pauli, 2003; Terhart, 2012). Einen Wegweiser in der Auseinandersetzung mit der Qualitätsfrage von Lehrpersonen und

deren Ausbildung im angloamerikanischen Raum stellte der Bericht der *National Commission for Teaching and America's Future* (NCTAF) dar, in dem umfassend aufgezeigt wurde, welche Faktoren hinsichtlich der Bildungsqualität von zentraler Bedeutung sind (NCTAF, 1996; vgl. Wayne & Youngs, 2006, S. 71).

Auch wenn sich die Ergebnisse nicht auf die Ausbildungssituation von SHP in der Schweiz übertragen lassen, können sie für die vorliegende Arbeit dennoch mögliche Hinweise liefern. So fassen Wayne und Youngs (2006, S. 77) den aktuellen Forschungsstand dahingehend zusammen, dass die Qualität der Ausbildungsinstitution von Lehrpersonen mit der Lernentwicklung ihrer Schülerinnen und Schüler zusammenhängt. Auch wenn nicht in allen Untersuchungen Korrelationen nachgewiesen werden konnten, so waren die bestätigten Zusammenhänge immer positiver Art (ebd.).

Auch Darling-Hammond, Berry und Thoreson (2001) sehen ausgehend verschiedener Untersuchungsergebnisse den Nachweis für die Bedeutung der Lehrerinnen- und Lehrerbildung als gegeben an. Sie beziehen sich dabei mitunter auf die Untersuchung von Goldhaber und Anthony (2007), die ihre Befunde zum Zusammenhang zwischen der Schulleistung von Grundschülern und dem Ausbildungshintergrund ihrer Lehrpersonen wie folgt beschreiben:

> Turning to an examination of the effect of teacher certification, we find that the type […] of certification a teacher holds is an important determinant of student outcomes. In mathematics, we find the students of teachers who are either not certified in their subject […] or hold a private school certification do less well than students whose teachers hold a standard, probationary, or emergency certification in math. Roughly speaking, having a teacher with a standard certification in mathematics rather than a private school certification or a certification out of subject results in at least a 1.3 point increase in the mathematics test. […] Teachers who hold private school certification or are not certified in their subject area have a negative (though not statistically significant) impact on science test scores. (S. 139)

Trotz dieser Ergebnisse handelt es sich bei der Wirkung der Lehrerinnen- und Lehrerbildung – gerade in den Vereinigten Staaten – durchaus auch um ein kontrovers diskutiertes Thema, wie die ausführliche Diskussion zwischen Darling-Hammond (2002; Darling-Hammond et al., 2001) und Walsh (2001; Walsh & Podgursky, 2001) zeigt.

Im Rahmen der TEDS-M-Studie, an der auch angehende Deutschschweizer Primarlehrpersonen teilgenommen haben, stellte sich heraus, dass die bemerkenswerten Leistungsunterschiede im professionellen Wissen angehender Lehrpersonen vom jeweiligen Ausbildungssystem abhängig sind (Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2010). Das Forschungsteam schliesst daraus, dass damit verbunden „quantitative Unterschiede im fachdidaktischen Lehrangebot an Hochschulen mit unterschiedlichen Wissensausprägungen der Lehramtsstudierenden einhergehen" (Blum, Borromeo Ferri, Knippig & Maaß, 2012, S. 9).

Nach dem Verständnis des theoretischen Rahmenmodells der MT21-Studie ergibt sich die Wirksamkeit der mathematischen Lehrerinnen- und Lehrerbildung aus individuellen Voraussetzungen und Wirkungen sowie institutionellen Lerngelegenheiten (Blömeke, Suhl et al., 2010, S. 32). Ausgehend davon betonen Blömeke, Suhl et al. (2010, S. 43) anhand ihrer Ergebnisse auch hinsichtlich der Sekundarschulstufe die signifikante Vorhersagekraft des Umfangs an fachspezifischen Lerngelegenheiten für den Erwerb des mathematischen und mathematikdidaktischen Professionswissens von angehenden Lehrpersonen, und zwar länderübergreifend (ebd.).

Die Mitglieder des COACTIV-Teams heben ausgehend von ihren Forschungsbefunden ebenfalls die Bedeutung strukturierter Lerngelegenheiten für die Aneignung von professionellem Wissen hervor, wobei sie diese in der Ausbildung verankert sehen und nicht in der Berufspraxis (Brunner et al., 2006, S. 76). Auch sie gehen dabei von einem Zusammenhang zwischen institutionellen Ausbildungsunterschieden und dem Erwerb professioneller mathematischer Kompetenzen aus (ebd.). Im Hinblick auf die Lehrpersonenausbildung wird zuweilen jedoch bemängelt, „dass kaum Angaben dazu vorliegen, was angehenden Lehrkräften vermittelt worden ist“ (Blömeke, Suhl et al., 2010, S. 30).

Dass neben der Berufsausbildung auch Weiterbildungskurse wichtig sein könnten, legen die Ergebnisse der Michigan-Gruppe nahe, die zeigen, dass die Anzahl der Inhalte und Methodenkurse von Lehrpersonen die Lernentwicklung der Schülerinnen und Schüler positiv beeinflussen, wenn auch knapp nicht signifikant (Hill et al., 2005). Auch die von Hattie et al. (2013, S. 144) genannte Zusammenfassung von Temperley, Wilson, Barrar und Fung (2007), die sich auf 72 Studien zu den Effekten der Fort- und Weiterbildung von Lehrpersonen bezieht, berichtet einen mittleren Effekt für den Fachbereich der Mathematik (d = 0.50), wobei die Auswirkungen auf den Schulerfolg von Kindern mit Leistungsschwächen und besonderem Bildungsbedarf grösser sind als bei anderen Lernenden (Hattie et al., 2013, S. 144). Offen bleibt jedoch, inwiefern sich die Aus- und Weiterbildung auf die Entwicklung des mathematikspezifischen Professionswissens von Lehrpersonen auswirken.

Andere Einflüsse

Es gibt Ergebnisse, welche die *Schulform als differierenden Faktor* hinsichtlich der Ausprägung des Professionswissens hervorheben. So konnte z. B. in der COACTIV-Studie gezeigt werden, dass sich Mathematiklehrpersonen in Abhängigkeit von der Schulform, in der sie tätig sind, in ihrem fachlichen und fachdidaktischen Wissen voneinander unterschieden, wobei eine starke Streuung attestiert wurde (Baumert & Kunter, 2011b, S. 178-179).

Untersuchungen im Rahmen der COACTIV-Studie konnten nicht belegen, dass die *Berufserfahrung* (d. h. die Anzahl bisheriger Unterrichtsjahre) das domänen-

spezifische Professionswissen begünstigt, sondern zeigten – im Gegenteil – geringe negative Korrelationen zwischen der Unterrichtserfahrung und dem professionellen Wissen auf (Krauss, Neubrand et al., 2008, S. 244-245). Das COACTIV-Team geht deshalb davon aus, dass der Erwerb des Professionswissens ausschliesslich in der Ausbildung stattfindet (Brunner et al., 2006). Auch in der Untersuchung von Kessler (2011, S. 126-127) ergaben sich weder signifikante Zusammenhänge zwischen der Anzahl Dienstjahre und dem Mathematikwissen noch zwischen dem Alter und dem Fachwissen von gymnasialen Mathematiklehrpersonen. Als möglichen Grund dafür, dass sich keine signifikanten Zusammenhänge zwischen dem Berufserfolg und der Ausprägung der Berufserfahrung nachweisen lassen, nennen Bromme und Haag (2008, S. 808) „Selektionseffekte“, die ausgehend von Stressfaktoren den Enthusiasmus der Lehrpersonen mindern, indem sie unter Umständen vom Erschöpfungszustand bis hin zum Burnout führen können.
Unklar ist dennoch, wie der Erwerb von Expertise zeitlich verläuft (Bromme & Haag, 2008, S. 808), zumal es keine Kriterien gibt, die einen „Abschluss“ erkennen lassen. Es besteht jedoch Konsens darüber, dass der Erwerb der Expertise nicht linear verläuft (ebd.; Dollny, 2011, S. 39) und es sich dabei um einen lang anhaltenden Prozess handelt (Tenorth, 2006, S. 591). Berliner (2004) formuliert, basierend auf der Zusammenfassung mehrerer Studien, einen konkreteren Antwortversuch:

> So a reasonable answer to the question of how long it takes to acquire high levels of skill as a teacher might be 5 to 7 years, if one works hard at it. Competence as a teacher might come about 2 years earlier, but achieving that level of ability also requires some work. (S. 201)

Die Ergebnisse der TEDS-M-Studie zeigen, dass bei den angehenden Lehrpersonen der Deutschschweiz männliche Auszubildende stark untervertreten sind und mit einem Männeranteil von rund 15% knapp unter dem Länderdurchschnitt liegen (Blömeke, Buchholtz & Hacke, 2011, S. 138). Bei ausgebildeten Lehrpersonen wird eine ähnliche Verteilung angenommen (ebd.). Die Forschungserkenntnisse zum *Einfluss des Geschlechts* auf das Professionswissen sind jedoch nicht eindeutig (Blömeke, Lehmann et al., 2008, S. 121). Hinsichtlich geschlechtsspezifischer Unterschiede des Professionswissens kann festgehalten werden, dass die Ergebnisse zu divergierend sind, als dass ein allgemeiner Konsens benannt werden könnte. Zudem differieren in internationalen Large-Scale-Assessments (z. B. COACTIV und TEDS-M) sowohl die Geschlechterverteilungen je nach Land als auch allfällige Wissensunterschiede zwischen weiblichen und männlichen Lehrpersonen bzw. angehenden Lehrerinnen und Lehrern hinsichtlich des mathematischen und des mathematikdidaktischen Wissens (Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2010; Kunter et al., 2011). Jedoch gilt es diese Ergebnisse wiederum vor dem Hintergrund einzuordnen, dass die Operationalisierung der beiden Hauptdimensionen des Professionswissens zuweilen recht unterschiedlich und/oder einseitig ausfällt (Buchholtz et al., 2014, S. 103; vgl Ball et al., 2008; Krauss, Brunner et al., 2008) und damit verbunden Ergebnisvergleiche und Generalisierungsversuche – gerade im Hinblick auf sonderpädagogische Fachpersonen – nicht ergiebig sind.

Folgerungen für den sonderpädagogischen Kontext

Die vorangegangenen Ausführungen machen deutlich, dass – unabhängig von den Ausbildungsinhalten – die Qualität derselben von Bedeutung für die Ausprägung des Professionswissens von Lehrpersonen zu sein scheint. Aufgrund der dargelegten Studienergebnisse ist anzunehmen, dass dies mitunter auch für sonderpädagogisches Fachpersonal zutrifft, da es sich hierbei aufgrund der Anforderungen zumeist ebenfalls in erster Linie um ausgebildete Lehrerinnen und Lehrer handelt.
Jedoch lassen diese und auch andere dargelegte Ergebnisse aus der allgemeinen Pädagogik (z. B. zum Einfluss der Schulform und der Berufserfahrung) keine Rückschlüsse auf sonderpädagogische Schulformen und allfällige Relationen hinsichtlich des Professionswissens von SHP zu. Hier fehlt es an Forschungen, die sich des Themas ausgehend vom sonderpädagogischen Kontext annehmen. So bleibt aufgrund fehlender Untersuchungen beispielsweise offen, wie sich die Entwicklung der Expertise bei sonderpädagogischen Lehrpersonen verhält, wobei hier im Unterschied zu Regellehrpersonen auch zu berücksichtigen ist, dass angehende SHP beim Antritt ihres Studiums mehrheitlich ein Lehrdiplom mitbringen und damit verbunden häufig schon über pädagogische Berufserfahrung verfügen.
Wie zu Beginn dieser Arbeit dargelegt, ist das Professionswissen von Lehrpersonen und der Erwerb desselben von angehenden Lehrpersonen Forschungsgegenstand vieler, vor allem auch internationaler Untersuchungen. Dagegen ist „research on special education teacher education almost nonexistent“ (Brownell, Ross, Colón & McCallum, 2005, S. 242). Es mangelt aber nicht nur an empirischen Erkenntnissen zur Ausbildung von Sonderpädagoginnen und -pädagogen; auch Komponenten der Professionalität von SHP und deren Wirkung werden in der sonderpädagogischen Forschung vernachlässigt, wie Billingsley (2004) deutlich macht:

> Teacher qualifications have received less attention in the special education attrition literature than any other area. […] Variables such as the nature of preservice experiences, student teaching, and teacher skill or efficacy have rarely been addressed in special education attrition reports. (S. 44)

Damit verbunden können die dargelegten Ergebnisse aus der Lehrerinnen- und Lehrerforschung insgesamt nur vage Hinweise auf die Situation der sonderpädagogischen Fachpersonen liefern. Dennoch widmet sich das später folgende Kapitel 3.5 – soweit angesichts der desolaten Forschungslage möglich – der Professionalität sonderpädagogischer Lehrkräfte.

3.4 Messung von professioneller Kompetenz

Eine qualifizierte Lehrperson ist in der Lage, wirksam zu unterrichten, wobei als Evidenz dafür der Lernerfolg ihrer Schülerinnen und Schüler gilt. Ein möglicher Zugang zur professionellen Kompetenz der Lehrperson stellt damit die Lernfortschrittsentwicklung der Klasse oder Lerngruppe dar. Von der Schülerinnen- und Schülerleistung auf die Qualität des Unterrichts und damit auf die Kompetenz der Lehrperson zu schliessen, ist jedoch mit logischen und methodischen Problemen verbunden (Berliner, 2005). Insbesondere in integrativen Schulformen, in denen während mehrerer Lektionen mindestens zwei Lehrpersonen (d. h. Klassenlehrperson und SHP) tätig sind, sind solche Messungen mit Schwierigkeiten verbunden (vgl. Jones & Brownell, 2014). Dies verdeutlicht die Herausforderung der Kompetenzmessung, die darin besteht, ein Konstrukt zu messen, das nicht direkt beobachtbar, d. h. latent ist. Hier bietet sich der Einsatz von Instrumenten an, die den Anspruch haben, empirisch gestützte Aussagen über latente Konstrukte zu gewinnen, indem durch beobachtbare Indikatoren auf die zu messende Fähigkeit geschlossen wird (Seeber & Nickolaus, 2010). In der Bildungsforschung werden dabei „direkte" Messarten gefordert, mit dem Ziel einer möglichst reliablen und validen Abbildung des Konstrukts (Kessler, 2011, S. 28). Angesichts der vorliegenden Fragestellung (vgl. Kapitel 1 bzw. ausführlicher Kapitel 6.1) und der von Heterogenität geprägten sonderpädagogischen Arbeitsfelder (z. B. integrative und separative Schulformen) bietet sich deshalb die direkte Kompetenzmessung als Methode der Wahl an. Bei der direkten Kompetenzmessung lassen sich wiederum objektive und subjektive Zugänge unterscheiden (Kunter & Klusmann, 2010, S. 75; vgl. Pauli & Reusser, 2006). Die subjektive Messung besteht in der Selbsteinschätzung der zu untersuchenden Person, beispielsweise hinsichtlich des individuellen Lernerfolgs in der beruflichen Aus- oder Weiterbildung, während bei der objektiven Messung eine Aussensicht im Vordergrund steht, die sich an vorher festgelegten Kriterien orientiert (Kunter & Klusmann, 2010, S. 75). Der für die vorliegende Untersuchung zentrale objektive Ansatz kann weiter differenziert werden in die distale und die proximale Konstruktmessung (Alisch, Hermkes & Möbius, 2009). Als distale Indikatoren für professionelle Kompetenz gelten dabei unter anderem Schul- oder Ausbildungsnoten der Lehrperson, die Dauer der Ausbildung sowie die Form des Abschlusses (Kunter & Klusmann, 2010, S. 75), wie beispielsweise im Rahmen der COACTIV-Studie untersucht (vgl. Kunter et al., 2011). Diese werden mitunter auch als indirekte Indikatoren bezeichnet (Kunter & Klusmann, 2010, S. 75; vgl. Pauli & Reusser, 2006). Im Gegensatz dazu erfassen proximale Indikatoren direkt (z. B. mittels eines Instruments zur Erhebung des Wissens) „diejenigen kognitiven oder psychosozialen Merkmale, von denen man theoretisch annimmt, dass sie für das berufliche Handeln ursächlich sind" (Kunter

& Klusmann, 2010, S. 75). Die proximale Messung des Professionswissens kann beispielsweise unter Verwendung eines Fragebogeninstruments erfolgen. Die Erhebung professioneller Lehrerinnen- und Lehrerkompetenzen in pädagogischen Kontexten ist neben messtheoretischen Herausforderungen vor allem auch hinsichtlich der daraus abzuleitenden Folgerungen nicht zu unterschätzen, wie Kunter und Klusmann (2010) festhalten:

> Die empirische Untersuchung von Lehrkräften stellt Forscher vor spezielle methodische Herausforderungen, die nicht nur die Planung und Durchführung von Studien, sondern auch die Interpretation von Ergebnissen betreffen. Dies macht es sehr schwierig, aus den verschiedenen Studien gemeinsame Erkenntnisse darüber abzuleiten, ob es Lehrkräften wirklich an grundlegenden Kompetenzen mangelt und, wenn ja, welcher Art diese Kompetenzen sind. (S. 69)

Herausforderungen der Kompetenzmessung

Obwohl die von Shulman (1986, 1987) beschriebenen Wissensgebiete häufig als Ausgangslage für die Kompetenzmessung bei Lehrkräften verwendet werden, wäre es vermessen anzunehmen, dass dadurch automatisch eine ganzheitliche Messung der Kompetenz ermöglicht wird (Oser et al., 2010, S. 6). Als ebenfalls problematisch wird zudem der Umstand erachtet, dass ein Grossteil der zur Kompetenzerfassung eingesetzten Instrumente das Konstrukt ohne Berücksichtigung des situativen Kontexts misst (Oser et al., 2010; Seeber & Nickolaus, 2010). Die Kontextgebundenheit professionellen Wissens wurde bereits von Bromme (1992, S. 68) betont, indem er dieses mitunter als situationsabhängig beschrieb. Auf Grundlage ihrer Kritik haben Oser und sein Team (2010) deshalb ein Instrument entwickelt, das der Kontextabhängigkeit und Komplexität der professionellen Kompetenz Rechnung trägt, indem es diese unter Einbezug authentischer Videovignetten zu erfassen versucht. Auch Lindmeiers (2011) Untersuchung zur sogenannten „aktionsbezogenen“ Kompetenz, die jene handlungsrelevanten Fähigkeiten meint, die zur Bewältigung von professionellen Anforderungen mit unmittelbarem und spontanem Charakter benötigt werden, liegen ähnliche Überlegungen zugrunde (Lindmeier, Heinze & Reiss, 2013, S. 99). Diese Richtung wird als „advokatorischer Ansatz“ (Oser et al., 2010, S. 5) bezeichnet, der sich von anderen Herangehensweisen der Kompetenzmessung abhebt, „welche meist nur pädagogisches oder fachdidaktisches Wissen erfassen, nicht aber professionelles Handlungswissen“ (ebd., S. 25). Auch in laufenden Forschungsprojekten werden die kontextuellen Bedingungen des Lehrerinnen- und Lehrerberufs durch den Einsatz von Videoitems bestmöglich berücksichtigt und es wird versucht, der Adaptivität des Lehrberufs gerecht zu werden, indem die Handlungskompetenz als eigene Komponente aufgeführt wird (vgl. Hepberger, Lindmeier, Moser Opitz & Heinze, 2015; Lindmeier et al., 2013).

Spezifische Herausforderungen im sonderpädagogischen Kontext
Verbunden mit den Charakteristika sonderpädagogischer Settings stellen sich verschiedene Herausforderungen bei der Untersuchung professioneller Kompetenzen. Beispielsweise muss bezüglich des vorab dargelegten advokatorischen Ansatzes beachtet werden, dass diese Form der Messung handlungsrelevanter Kompetenzen mit einem beachtlichen Ressourcenaufwand verbunden ist und aufgrund der aufwendigen Stichprobenrekrutierung sonderpädagogischer Fachpersonen im Rahmen dieser Arbeit nicht realisiert werden kann. Zudem gibt es im Hinblick auf sonderpädagogische Förderkontexte weitere spezifische Aspekte zu berücksichtigen, die bei der Kompetenzmessung bei SHP nicht unbeachtet bleiben können. Johnson und Semmelroth (2013, S. 72) teilen die Herausforderungen, die sich bei der Evaluation von *special education teachers* ergeben, in vier Kategorien ein:

1) Heterogenität des Unterrichtskontexts
2) Bedarf an individualisiertem, speziell konzipiertem Unterricht
3) Aspekte des Stellenmarkts und der sonderpädagogischen Ausbildung
4) konkurrierende Anforderungen an sonderpädagogische Lehrpersonen (nach Johnson & Semmelroth, 2013, S. 72; Übersetzung d. Verf.)

Neben der Vielfalt an (sonder-)pädagogischen Unterrichtsformen und dem adaptiv zu gestaltenden Unterricht weisen Johnson und Semmelroth (2013, S. 72) auf die Problematik hin, dass viele sonderpädagogische Stellen nicht besetzt sind oder wenn, dann oftmals durch unzureichend ausgebildete Fachpersonen. Des Weiteren gehen laut den Autorinnen mit dem Beruf der sonderpädagogischen Lehrperson „auseinanderklaffende“ Berufsaufgaben einher, die es gleichermassen zu berücksichtigen gilt (z. B. Beratungsfunktion vs. Unterrichtstätigkeit). Bezüglich der Förderung von Lernenden mit IB kommt zudem die starke Heterogenität der betreffenden Personengruppe (Speck, 2012, S. 53) als herausforderndes Element hinzu – sowohl im unterrichtlichen Kontext als auch aus Sicht der Forschung. In ihrer Gesamtheit verdeutlichen diese theoretischen Ausführungen, dass die Untersuchung des Professionswissens von SHP ein anspruchsvolles Unterfangen darstellt, das vor diesem Hintergrund und unter Berücksichtigung der genannten spezifischen Aspekte einzuordnen ist.

3.5 Merkmale sonderpädagogischer Professionalität

3.5.1 Professionalität Schulischer Heilpädagoginnen und Heilpädagogen

Die Versuche zur Beschreibung professioneller sonderpädagogischer Kompetenzen waren mitunter geprägt vom Diskurs um die Verhältnisbestimmung zwischen

sogenannten „Generalisten und Spezialisten" (Moser & Kropp, 2014, S. 1). Dies ist zurückzuführen auf die vielfältigen Tätigkeitsbereiche von SHP, die in unterschiedlichsten Berufsbezeichnungen (z. B. Sonderschullehrperson, Lehrperson für Integrative Förderung (IF), Lehrperson für Beratung und Unterstützung u.a.; vgl. Bernhard & Coradi, 2005, S. 22) resultieren und auf eine mangelnde Konsistenz des beruflichen Selbstverständnisses verweisen (Moser, Loeken, Windisch & Saalow, 2008, S. 83). Neben diesen Typisierungen zur Beschreibung sonderpädagogischer Tätigkeiten wurden auch allgemeine Qualifikationsmerkmale benannt, die jedoch häufig keine Unterscheidungen zwischen Regellehrpersonen und sonderpädagogischen Fachpersonen vornehmen (Moser & Kropp, 2014, S. 2).
Im Hinblick auf den besonderen Bildungsbedarf der Lernenden stellen sich Katzenbach und Schroeder (2007) die Frage, welche Rolle die Sonderpädagogik in Bezug auf diesen – wie sie es nennen – besonderen Unterstützungsbedarf einnimmt. Als Antwort folgern die beiden Autoren, dass die Sonderpädagogik nicht über die auszuweisende Besonderheit der betreffenden Schülerinnen und Schüler bestimmt wird, „sondern über spezifische Wissens- und Könnensbestände zu krisenhaften Lern- und Entwicklungsprozessen" (S. 208). Ausgehend von diesem Verständnis liegt der Fokus auf den professionellen Aufgaben der Sonderpädagoginnen und Sonderpädagogen sowie auf dem dafür notwendigen Professionswissen. Letzteres besteht nach Kracht (2014) aus wissenschaftlichem Wissen, das für die Förderung von Kindern und Jugendlichen mit besonderem Bildungsbedarf weiterentwickelt wurde, wobei sie professionelle Handlungskompetenz anhand folgender Strukturmerkmale beschreibt:

- Pädagoginnen und Pädagogen können sich auf wissenschaftliches Wissen im Hinblick auf die Bearbeitung der Praxisaufgaben beziehen.
- Sie können wissenschaftliches Wissen praxisbezogen deuten und damit Reflexionswissen entwickeln.
- Sie können wissenschaftliches Wissen in Handlungskompetenz und damit verbundenes Praxiskönnen überführen. (S. 207)

Berufsaufgaben in sonderpädagogischen Arbeitsfeldern

Die Beschreibung der professionellen Kompetenzen stellt vor dem Hintergrund der heterogenen Arbeitsbedingungen von Schulischen Heilpädagoginnen und Heilpädagogen eine Herausforderung dar und kann nur auf einer übergeordneten Ebene erfolgen. Professionelle sonderpädagogische Kompetenzen werden dabei nicht nur in Form von Standards festgehalten, sondern zunehmend auch in Bezug zur Unterrichtsform beschrieben. Verbunden mit den Integrationsbewegungen orientieren sich solche theoretischen Annäherungen zumeist an integrativen bzw. inklusiven Schulformen (vgl. Johnson & Semmelroth, 2013, S. 72; Melzer & Hillenbrand, 2013; Pool Maag & Moser Opitz, 2014; Sermier Dessemontet et al., 2011). So auch das Kompetenzmodell von Moser und Kropp (2014). Sie haben mittels induktiver Vorgehensweise, die in der Sichtung sonderpädagogischer Fachliteratur von 1990 bis 2007 im deutschsprachigen Raum bestand, ein Cluster vorgelegt, das der Beschreibung sonderpädagogischer Kompetenz dienen soll (vgl. Abbildung 7).

Abbildung 7: Cluster sonderpädagogischer Berufsanforderungen (Moser & Kropp 2014, S. 5)

Auch wenn zu vermuten ist, dass je nach Arbeitssetting unterschiedliche Kompetenzkomponenten im Vordergrund stehen, so kann das Kompetenzcluster auch für andere Schulformen als konsensfähig erachtet werden. Es ist davon auszugehen, dass in Abhängigkeit vom Kontext und der Schulform unterschiedliche professionelle „Kompetenzbündel“ vorausgesetzt werden, indem bestimmte Bereiche (wie Beratungs- und Organisationskompetenz) (Melzer & Hillenbrand, 2013) in der integrativen Tätigkeit einen anderen Stellenwert einnehmen als in der sonderpädagogischen Arbeit an Sonderschulen. Die drei in der Abbildung 7 enthaltenen Kompetenzbereiche „Lernstands- und Entwicklungsdiagnostik“, „binnendifferenzierte Unterrichtung“ und „Lern- und Entwicklungsförderung“ (vgl. Moser & Kropp, 2014, S. 5) weisen einen direkten Bezug zur fachspezifischen Förderung auf und sind aus diesem Grund auch für den Mathematikunterricht von Bedeutung. Diese Bereiche werden deshalb, wenn auch begrifflich anders gefasst, in einem nächsten Schritt eingehender beschrieben. Neben Komponenten, die das praktische und reflexive Können umfassen, wird vermehrt auch auf die wertgeleitete Grundhaltung in der (sonder-)pädagogischen Arbeit aufmerksam gemacht, welche die Betonung des Lebens- und Bildungsrechts aller Menschen beinhaltet (Haeberlin, 2005; Wember, 1998). Dieser ethische Grundsatz des sonderpädagogischen Handelns wird als wesentlicher Bestandteil der Ausbildung von SHP verstanden und ist leitgebend in der Arbeit mit Menschen mit und ohne Beeinträchtigung (vgl. Haeberlin, 2002; Haeberlin, 2005; Häußler, 2009). Auch wenn im Fokus dieser Arbeit die sonderpädagogische Förderung steht, so darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass neben dem Unterricht auch andere Aktivitäten wie die Zusammenarbeit und Kooperation mit Eltern, Lehrpersonen und Fachkräften sowie administrative Tätigkeiten (wie z. B. die Förderdokumentation) wesentliche Bereiche des professionellen Aufgabenfeldes von Sonderpädagoginnen und Sonderpädagogen darstellen (Melzer & Hillenbrand, 2013, S. 200).

Förderdiagnostik

Neben dem Fachwissen und dem fachdidaktischen Wissen gehören auch diagnostische Fähigkeiten zum Kompetenzprofil von Lehrpersonen und SHP, wobei diese als Schlüsselkompetenzen für wirksamen Unterricht verstanden werden (Bundschuh, 2010, S. 363; Moser Opitz & Nührenbörger, 2015, S. 491).

Die Auffassung von diagnostischer Kompetenz als Ausgangslage für eine zutreffende *Leistungsbeurteilung* (Schulz, 2014, S. 398) prägte lange Zeit das Bild der Diagnostik als „auslesende Selektionsdiagnostik“ (Stahl, 2005, S. 216). Eng verbunden mit der Bewertungsthematik stehen gemäss dieser Auffassung vorwiegend Statusdiagnosen im Vordergrund, wobei sowohl Hinweise zur Umsetzung individueller Fördermassnahmen als auch zum Stellenwert des fachspezifischen Professionswissens fehlen (Moser Opitz & Nührenbörger, 2015, S. 493). Neuere Entwicklungen weisen in eine andere Richtung, indem eine *Förder*diagnostik bzw. *pädagogische* Diagnostik (Ingenkamp & Lissmann, 2008) befürwortet wird, die den individuellen Bedarf an Beratung und Unterstützung der zu fördernden Person in den Mittelpunkt stellt (Stahl, 2005, S. 216). Verbunden mit den zunehmend integrativen Bestrebungen wird die Bedeutung von Diagnose und Förderung nicht nur in der Sonderpädagogik betont, sondern findet auch vermehrt Eingang in die allgemeine Pädagogik (Moser Opitz, 2006; Moser Opitz & Nührenbörger, 2015, S. 491). Eine konsensfähige Beschreibung diagnostischer Kompetenz findet sich bei Weinert (2000):

> Dabei handelt es sich um ein Bündel von Fähigkeiten, um den Kenntnisstand, die Lernfortschritte und die Leistungsprobleme der einzelnen Schüler sowie die Schwierigkeiten verschiedener Lernaufgaben im Unterricht fortlaufend beurteilen zu können, sodass das didaktische Handeln auf diagnostischen Einsichten aufgebaut werden kann. (S. 14)

Diagnostik wird aus dieser Sichtweise nicht ausschliesslich mit Beurteilung gleichgesetzt, sondern wird vielmehr als Ausgangspunkt für die Förderung verstanden, indem aus den Beobachtungen Unterstützungsmassnahmen für den Lernprozess abgeleitet werden können (Schulz, 2014, S. 398). Dieser Ansatz stösst jedoch auch auf Kritik, da hier ein „Sein-Sollen-Fehlschluss“ (Schlee, 2008, S. 124) enthalten ist „und es unterlassen wird, zwischen Deskriptionen (Beschreibungen) und Präskriptionen (Bewertungen) zu unterscheiden, [wobei] Präskriptionen […] immer Zielvorstellungen aus[drücken], die sich nicht durch blosse Be-

obachtungen oder Beschreibungen begründen lassen“ (Moser Opitz & Nührenbörger, 2015, S. 494). Moser Opitz und Nührenbörger (ebd.) verweisen ausgehend von dieser Problematik auf das Grundprinzip, dass die Ableitung von Förderhinweisen das Vorhandensein eines Konzepts oder einer Theorie bedingt. Aus professioneller Sicht umfasst die Förderdiagnostik damit neben der Erhebung des Lernstandes auch die theoriegeleitete Interpretation desselben sowie die Fähigkeit, ausgehend von den gewonnenen Informationen – beispielsweise basierend auf entwicklungspsychologischen und mathematikdidaktischen Annahmen – Konsequenzen für das pädagogische Handeln zu ziehen. Oder anders ausgedrückt: Die Diagnostik dient der Feststellung und Beschreibung, wo sich das Kind auf dem Weg zum Ziel befindet; die Lehrperson aber kennt sowohl den Weg als auch das Ziel und legt ausgehend vom Stand des Kindes die Fördermassnahmen fest (Moser Opitz, 2006, S. 13). Dabei gilt zu berücksichtigen, dass Diagnosen stets auf Vergleichen basieren und damit verbunden immer auch Bewertungen einschliessen, womit verdeutlicht wird, wie bedeutsam die reflexive Auseinandersetzung mit der jeweiligen Zielsetzung (z. B. Zuweisung zu einer Massnahme) des Diagnoseprozesses ist (Moser Opitz & Nührenbörger, 2015, S. 494).
Die sonderpädagogische Diagnostik unterscheidet sich dabei insofern von der pädagogischen Diagnostik, als sich diese auf den Bildungs- und Erziehungskontext von Lernenden mit besonderem Bildungsbedarf oder – allgemein formuliert – auf das Lernen „unter erschwerten Bedingungen“ (Wember, 1998, S. 108) bezieht. Konkrete Antworten auf die Fragen, wie sich das Verhältnis von Diagnose und Förderung beschreiben lässt sowie welche Begrenzungen der Förderdiagnostik zugrunde liegen, liefert beispielsweise Wember (1998; vgl. Moser Opitz, 2010; Moser Opitz & Nührenbörger, 2015). Er benennt vier Merkmale, die auf psychologische, pädagogische und sonderpädagogische Diagnosen zutreffen:

> Sie sind aspekthaft selektiv und nicht allumfassend vollständig, sie sind wertgeleitet und nicht wertneutral, sie sind theoriebestimmt und nicht in einem grundsätzlichen Sinne wahr oder falsch, und sie sind deskriptiv und als solche allein und für sich genommen nicht geeignet, Veränderungsmassnahmen zu begründen oder zu leiten. (Wember, 1998, S. 108)

Ungeachtet der kritischen Einwände, die mit der Förderdiagnostik einhergehen (vgl. Moser Opitz & Nührenbörger, 2015; Schlee, 2008; Wember, 1998), hebt die empirische Bildungsforschung die diagnostischen Fähigkeiten von Lehrpersonen als relevant für die Leistungsentwicklung der Schülerinnen und Schüler hervor (Baumert & Kunter, 2006; Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2010; Brunner et al., 2011). Ausgehend von Untersuchungsergebnissen wird angenommen, dass die diagnostische Kompetenz keineswegs homogen und domänenübergreifend ist (Baumert & Kunter, 2006, S. 489), sondern fachspezifisch. Dies wird mitunter als zentraler Hinweis für die Ausbildung von Lehrpersonen erachtet (Streit & Royar, 2012, S. 849). Ein wesentlicher Aspekt diagnostischer Kompetenz, der häufig übersehen wird und einen engen Bezug zur fachdidaktischem Kompetenz aufweist, ist „das *fachdidaktische* Können, Aufgaben auszuwählen und Arbeitsaufträge zu formulieren, die ein besonderes diagnostisches Potenzial in sich selbst tragen“ (Baumert & Kunter, 2006, S. 489; Hervorhebung im Original). Die Überprüfung des Verständnisses der Lernenden *während* des Lernprozesses ermöglicht die Berücksichtigung ihrer individuellen Lernvoraussetzungen und gilt damit als zentrales Element der Gestaltung einer konstruktiv-unterstützenden Lernumgebung (ebd.). Damit verbunden wird beispielsweise von Klieme et al. (2010, S. 66) die Bedeutung von „prozessbezogenem Feedback“ als wichtiger Bestandteil der formativen Leistungsbeurteilung sowohl für die Lernentwicklung der Schülerinnen und Schüler als auch für die Lehrpersonen und deren Unterrichtskonzeption hervorgehoben (Moser Opitz & Nührenbörger, 2015, S. 492). Um Lernprozesse begleiten zu können, reicht es jedoch nicht aus, wenn die Lehrperson oder SHP auftretende Schwierigkeiten im Lernprozess als solche erkennt, sondern das Verständnis für den Ursprung derselben verlangt auch nach dem entsprechenden fachspezifischen Professionswissen (Wember, 1998, S. 114). Dies macht deutlich, dass Diagnostik auch methodisches, prozedurales und konzeptuelles Wissen umfasst und damit zu Recht als „Basiskompetenz“ für erfolgreiches Unterrichten gilt (Helmke, 2012, S. 119). Welche grundlegende Bedeutung Diagnosen im Hinblick auf die Förderung einnehmen, verdeutlicht folgendes Fazit:

> Diagnosen sind somit notwendige Voraussetzung für eine angepasste Förderung. Ihnen vorausgehen müssen jedoch fachliche bzw. fachdidaktische Überlegungen, die einerseits Grundlage für die diagnostischen Fragen, die Entwicklung der Diagnoseaufgaben und die diagnostischen Analysen sowie andererseits auch handlungsleitend für die Planung der Förderung sind. (Moser Opitz & Nührenbörger, 2015, S. 497)

Individualisierendes und differenzierendes Unterrichten

Der Umgang mit Heterogenität gehört zu den sogenannten „Qualitätsbereichen des Unterrichts“ (Helmke, 2012; vgl. Kapitel 4.4.1, S. 106, wobei Individualisierung und Differenzierung als „Schlüsselkonzepte“ erachtet werden (Bathe, Boller & Kemper, 2010, S. 18). Die Umsetzung einer individualisierenden und differenzierenden Förderung erweist sich, verbunden mit den stark heterogenen Lernvoraussetzungen der Lernenden in Regel- und Sonderschulen, als komplexe Aufgabe für die zuständigen Fachpersonen. Die individuelle Förderung hat dabei den Anspruch, „die schulisch-unterrichtlichen Rahmenbedingungen an die unterschiedlichen sozialen, kognitiven und volitionalen Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler anzupassen und nicht umgekehrt“ (Bathe et al., 2010, S. 18). Differenzierung wird dagegen als Versuch verstanden, der Heterogenität angemessen zu begegnen, „zum einen indem sie ungleiche Lernvoraussetzungen in den Lernangeboten berücksichtigt und unterschiedliche Lernwege zu einem gemeinsamen Lernziel eröffnet, zum anderen indem sie die Verschiedenheit von Begabungen als einen Eigenwert versteht und fördert" (Bruder, Linneweber-Lammerskitten & Reibold, 2015, S. 514). Als weiteres wichtiges Prinzip für den Unterricht in heterogenen Gruppen wird ausgehend vom integrativen bzw. inklusiven Grundgedanken zudem das „Lernen am gemeinsamen Gegenstand" zurückgehend auf Georg Feuser (1998) genannt (Speck, 2012, S. 239). Dabei wird insbesondere dem kooperativen Lernen eine bedeutsame Rolle zugeschrieben (ebd.). Je nach Unterrichtssituation und Curriculum ist ein konsequentes Lernen am „gemeinsamen Gegenstand" oder auch die Umsetzung kooperativer Lernformen jedoch nur bedingt möglich. Ausgangspunkt für die Förderung von Kindern und Jugendlichen mit IB bildet deshalb die individuelle Förderplanung, wobei adaptive und individualisierende Lernformen im Vordergrund stehen (Bathe et al., 2010, S. 18).

3.5.2 Effektive Förderung als Aufgabe der Profession

> Ein Sonderpädagogik-Studium muss Methoden vermitteln, mit welchen die Wirkung von Massnahmen fortlaufend empirisch überprüft werden können. Effizienzkontrolle darf […] kein negativ besetztes Reizwort sein. Die Bereitschaft zur empirisch-rationalen Überprüfung des eigenen Tuns, zur Selbstkritik und zur Ehrlichkeit gegenüber eigenen Misserfolgen gehört auch zur sonderpädagogischen Berufsmoral. (Haeberlin, 2002, S. 402)

Für den Unterricht von Kindern und Jugendlichen mit IB gibt es zahlreiche Förderkonzepte und -interventionen. Zwar wurden und werden (sonder-) pädagogische Interventionsformen und Förderkonzepte evaluiert (Browder, Spooner, Ahlgrim-Delzell, Harris & Wakeman, 2008; Brankaer, Ghesquière & De Smedt, 2011; Brankaer, Ghesquière & De Smedt, 2013; Caffrey & Fuchs, 2007; Chung & Tam, 2005; Kroesbergen & Van Luit, 2003; Kuhl, Sinner & Ennemoser, 2012; Runow & Borchert, 2003; Walter, 2002; vgl. Kapitel 4.4.3), doch erreichen die wissenschaftlichen Erkenntnisse die Sonderpädagoginnen und Sonderpädagogen scheinbar nicht (Runow & Borchert, 2003). Deshalb plädieren in Übereinstimmung mit Haeberlin (2002) verschiedene Forschende für die Vermittlung von evidenzbasierten Erkenntnissen über effiziente Förderprinzipien und -methoden in der Aus- und Fortbildung von Sonderpädagoginnen und Sonderpädagogen (vgl. Grünke, 2007, S. 75; Heward, 2003; Pool Maag & Moser Opitz, 2014, S. 146; Speck, 2001).

Sonderpädagogische Förderung als Prozess

Wie bereits im Angebots-Nutzungs-Modell von Reusser und Pauli (2003, S. 3) veranschaulicht (vgl. Abbildung 6, S. 40), tragen verschiedene Faktoren dazu bei, dass eine bestmögliche Lernentwicklung stattfinden kann. Wember (2009, S. 31) identifiziert bezugnehmend auf Robert Stake (1972) drei Bereiche, die er als Voraussetzungen für die Qualität sonderpädagogischer Förderung versteht (vgl. Abbildung 8). Die personalen Ressourcen, wozu neben Merkmalen der Lernenden auch Aspekte der Professionalität der Lehrpersonen gehören, bilden zusammen mit systemischen Gegebenheiten die Ausgangsbedingungen für das erfolgreiche Lernen (Wember, 2009, S. 31). Verbunden mit prozessrelevanten Aspekten (wie z. B. Unterrichtsmethoden und -interventionen) bestimmen die im Modell enthaltenen Variablen über den „Output" der Förderung. Dabei wird nicht nur auf die Überprüfung der Lernleistung der Schülerinnen und Schüler Wert gelegt, sondern auch auf die regelmässige Untersuchung von Zusammenhängen zwischen den einzelnen Variablen (ebd., S. 32). Basierend auf diesem Modell werden mitunter neben dem Professionswissen der Lehrperson auch die von ihr eingesetzten Interventionsformen als „prozessrelevant" erachtet.

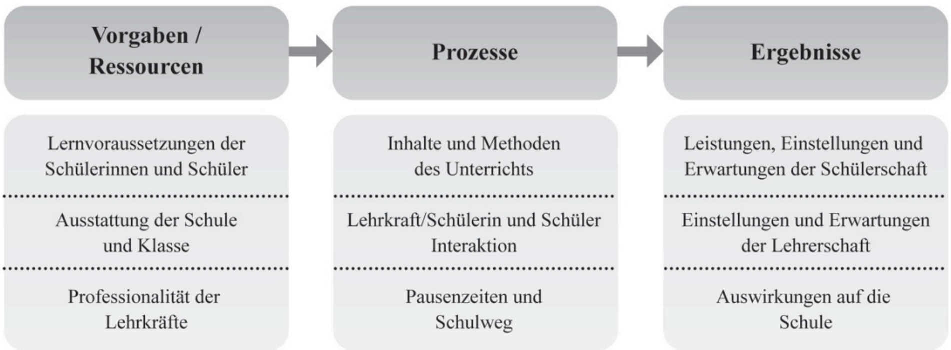

Abbildung 8: Strukturelle Bereiche der sonderpädagogischen Förderung nach Wember (2009, S. 31)

Ausgehend von diesem Verständnis wird die Unterrichtspraxis mitunter durch die von der Lehrperson bzw. SHP befolgten Konzepte und gewählten Förderinterventionen bestimmt. Damit verbunden interessiert, welches Wissen SHP zu Förderkonzepten und -interventionen im Hinblick auf deren Wirksamkeit mitbringen. Heward (2003) kritisiert, dass gerade im Bereich der Sonderpädagogik empirische Erkenntnisse selten methodisch umgesetzt würden und damit die Praxis der Empirie in besonderem Masse „hinterherhinke" (S. 188). So erstaunt es kaum, dass im Zusammenhang mit der Forderung nach einem effektiven (sonder-)pädagogischen Unterricht verschiedentlich beklagt wird, dass sonderpädagogische Fachpersonen nicht evidenzbasiert genug unterrichten würden und Wissen über wirksame Unterrichtsmethoden und Förderinterventionen häufig unbeachtet bleibe (vgl. Heward, 2003; Speck, 2001, S. 31; Runow & Borchert, 2003). So halten Johnson und Semmelroth (2013, S. 74) mit Bezug auf eine Studie zum Sprachbereich (Burns & Ysseldyke, 2009) fest, dass Sonderpädagoginnen und Sonderpädagogen gleich häufig auf ineffektive Förderansätze zurückgriffen wie auf evidenzbasierte. Leitgebend ist die Befürchtung, „that investment in practices that lack adequate empirical support […], in some case, may result in the use of practices that are not in the best interest of children“ (Horner et al., 2005, S. 175). Auch wenn diese Äusserung keine Rückschlüsse auf die Förderbedingungen von Kindern und Jugendlichen mit IB in der Schweiz zulässt, so gibt sie dennoch Anlass, nach der Wissenschafts- und Evidenzbasierung der hiesigen sonderpädagogischen Praxis zu fragen. Speck (2001, S. 31) kritisiert, wie vorab angedeutet, eine Distanzierung der sonderpädagogischen Förderung von der Wissenschaft und sieht den Theorieverlust der Praxis in der „ausufernden Konzeptvielfalt“ bestätigt. Auch wenn, wie sich noch zeigen wird, nur wenige Studien zur professionellen Kompetenz von Sonderpädagoginnen und Sonderpädagogen vorliegen, so drängt sich angesichts dieser kritischen Voten dennoch eine Auseinandersetzung mit dem aktuellen Forschungsstand im Hinblick auf diese Berufsgruppe auf.

3.5.3 Forschungsergebnisse zu professionellen Kompetenzen von Sonderpädagoginnen und Sonderpädagogen

Anders als bei den Regellehrpersonen (vgl. Kapitel 2) liegen zur professionellen mathematikspezifischen Kompetenz von Schulischen Heilpädagoginnen und Heilpädagogen keine vergleichbaren empirischen Erkenntnisse vor. Diese Forschungslücke hängt mitunter damit zusammen, dass sich das Interesse der empirischen Bildungsforschung an der Professionalität von sonderpädagogischen Lehrpersonen und den aktuellen Bestrebungen zur verstärkten Einbindung der Sonderpädagogik in die integrative Volksschule erst in jüngerer Zeit entwickelt hat und es sich somit um einen relativ jungen Forschungszweig handelt (Moser et al., 2008, S. 82). Der Mangel an Forschungsergebnissen zur sonderpädagogischen Profession ist auf internationaler Ebene zu verzeichnen, wobei im angloamerikanischen Sprachraum insbesondere das Fehlen von Untersuchungen zur Ausbildung und Qualifikation von *special education teachers* beklagt wird (vgl. Billingsley, 2004; Brownell et al., 2005). Auch im deutschsprachigen Raum liegen erst wenige Untersuchungen zu bestimmten Aspekten sonderpädagogischer Professionalität vor, wobei im Folgenden ausgewählte Studienergebnisse kurz dargestellt werden.

In den Studienergebnissen von Fries und Amrhein (2000), die zeigen, dass der wissenschaftliche Bezug kaum ein Motiv für den Antritt eines Sonderpädagogikstudiums darstellt, sondern eher die abwechslungsreiche Tätigkeit, sieht Grünke (2007, S. 72) eine Gefahr für die professionelle sonderpädagogische Qualität. Auch wenn viele Situationen im Berufsalltag adaptive, flexible und auch kreative Massnahmen vom sonderpädagogischen Fachpersonal verlangen, spricht sich Grünke (2007) dennoch dafür aus, in der (sonder-)pädagogischen Förderung stets die effizienteste Methode zu wählen, die – wenn es die Situation erfordert – notfalls immer noch durch kreative Lösungen ergänzt werden kann (S. 73). In eine ähnliche Richtung weisen auch die Kritikpunkte von Heward (2003), der sich auf zehn gängige und seines Erachtens falsche Annahmen des Lehrens und Lernens im sonderpädagogischen Kontext bezieht und mitunter festhält, dass eine kreative sonderpädagogische Lehrperson nicht unbedingt auch eine „gute" Lehrperson sei. Hier drängt sich die nicht ganz einfach zu beantwortende Frage auf, was mit „gut" gemeint ist, zumal der Begriff normativ geprägt ist (Berliner, 2005, S. 207). Dementsprechend erstaunt es kaum, dass „gut" über die Lernentwicklung der Schülerinnen und Schüler bis hin zur wertschätzenden und positiven Einstellung gegenüber den Lernenden definiert wird, wobei auch Letztere nicht zu unterschätzen ist (Wilbert & Grünke, 2010, S. 3).

Nach Ansicht von Grünke (2007) ist es deshalb Aufgabe der Ausbildungsinstitution, die „Fähigkeit, relevante wissenschaftliche Erkenntnisse aus seinem Fachbereich finden, verstehen, kritisch reflektieren und in der praktischen Arbeit umsetzen zu können [zu vermitteln]" (S. 74). Dies verdeutlicht die Bedeutung der Ausbildung von sonderpädagogischem Fachpersonal, aber auch die Notwendigkeit, diese an evidenzbasierten Fördermethoden auszurichten, um damit eine wichtige Grundlage für wirksamen Unterricht zu schaffen.

Eine Orientierung an forschungsbasierten Erkenntnissen alleine reicht jedoch nicht aus, um auf die Komplexität (sonder-)pädagogischer Berufsfelder vorzubereiten, denn Lernende mit besonderem Bildungsbedarf adäquat zu fördern „is extremely challenging and requires teachers who are highly skilled" (Johnson & Semmelroth, 2013, S. 71). Laut Berliner (2005) umfasst qualitätsvolles Unterrichten sowohl „gutes Unterrichten" als auch „effektives bzw. erfolgreiches Unterrichten" (S. 207). Fenstermacher und Richardson (2005) definieren diese beide Dimensionen wie folgt:

> By „good teaching" we mean that the content taught accords with disciplinary standards of adequacy and completeness, and that the methods employed are age-appropriate, morally defensible, and undertaken with the intention of enhancing the learner's competence with respect to the content studied […] By „successful teaching" we mean that the learner actually acquires, to some reasonable and acceptable level of proficiency, what the teacher is engaged in teaching. (S. 191)

Dennoch scheint unbestritten, dass hinsichtlich des Erwerbs von professionellem Wissen – als wichtigem Bestandteil sonderpädagogischer Professionalität – die Berufsausbildung eine zentrale Rolle einnimmt. Damit ergibt sich der Anspruch, dass SHP, ebenso wie Lehrpersonen, auf „eine berufsspezifische kompetenzorientierte Ausbildung, die situativ eingebettet ist und die Komplexität des Unterrichtshandelns thematisiert" (Oser et al., 2010, S. 24) angewiesen sind.

4 Mathematiklernen bei intellektueller Beeinträchtigung

Die adäquate Förderung von Lernenden mit IB setzt voraus, dass die zuständigen Lehrpersonen bzw. SHP sowohl Wissen zum Phänomen intellektuelle Beeinträchtigung mitbringen, als auch über Wissen zur numerischen Entwicklung sowie zu (mathematik-)didaktischen Grundlagen verfügen. Damit beinhaltet das Professionswissen von SHP im Hinblick auf die mathematische Förderung von Lernenden mit IB zwei wesentliche Grundpfeiler: einerseits fachspezifisch sonderpädagogisches Wissen und andererseits entwicklungspsychologisches und mathematikdidaktisches Wissen. Das vorliegende Kapitel widmet sich deshalb sowohl der Aufbereitung zentraler theoretischer Erkenntnisse zur numerischen Entwicklung als auch der Aufarbeitung spezifischer Aspekte der mathematischen Förderung bei Lernenden mit IB. Ausgangslage dieser theoretischen Auseinandersetzung bildet dabei die Absicht, zentrale Bestandteile der numerischen Entwicklung herauszuarbeiten, um ausgehend davon Konsequenzen in Form von fachspezifischen Grundpfeilern des Professionswissens von SHP (vgl. Kapitel 5) abzuleiten. Bevor auf die Förderung von Lernenden mit IB im Fachbereich Mathematik eingegangen werden kann, gilt es die betreffende Personengruppe und damit verbunden die Definition des Begriffs *intellektuelle Beeinträchtigung* differenzierter zu betrachten.

4.1 Intellektuelle Beeinträchtigung

Im schulischen Kontext ist die Bezeichnung der Personengruppe mit IB – insbesondere im Hinblick auf finanzielle Ressourcen – bedeutend und damit unumgänglich (Speck, 2012, S. 50). Daraus geht die Notwendigkeit zur Begriffsbestimmung hervor, wobei dies vor dem Hintergrund heterogener Sichtweisen, historisch bedingter Begriffsänderungen sowie zum Teil divergierender Definitionen kein triviales Unterfangen darstellt. Die Begriffsdefinition muss zudem im Bewusstsein erfolgen, dass es sich hierbei um eine stark heterogene Personengruppe handelt und es *den* Menschen mit intellektueller Beeinträchtigung nicht gibt (Fornefeld, 2004, S. 45; Fornefeld, 2013, S. 59; Speck, 2012, S. 53).

Zu einem aktuellen Verständnis von intellektueller Beeinträchtigung
In Anlehnung an die weltweiten Bestrebungen und an die geplanten Begriffsneuerungen der internationalen Klassifikationssysteme orientiert sich diese Arbeit am Terminus *intellectual disability* (ID), wobei gemäss dem *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM-5) und der *International Statistical Classification of Diseases* (ICD-10) die beiden Begriffe *intellectual disability* und *intellectual developmental Disorders* (IDD) synonym verwendet werden (vgl. American Psychiatric

Association (APA), 2013a; Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DMDMI), 2013). Ausgangslage für die Begriffsneuerung bildeten verschiedene historische Entwicklungen und unterschiedliche Sichtweisen.
Der Terminus *intellectual disability* (ID) wird in der vorliegenden Arbeit mit *intellektuelle Beeinträchtigung* (IB) übersetzt, bezeichnet jedoch dasselbe Phänomen sowie dieselbe Population wie der ehemalige Begriff *geistige Behinderung* (GB) (Schalock, Luckasson & Shogren, 2007, S. 120) und hat insofern keinen Einfluss auf die damit einhergehenden Diagnosekriterien internationaler Klassifikationssysteme (vgl. Kapitel 4.1.2). Für die Ersetzung des Begriffs *mental retardation* bzw. *geistige Behinderung* sprechen nach Schalock et al. (2007) folgende Gründe:

> The term *intellectual disability* (a) reflects the changed construct of disability proposed by AAIDD [American Association on Intellectual and Developmental Disabilities] and WHO; (b) aligns better with current professional practices that are focused on functional behaviors and contextual factors; (c) provides a logical basis for individualized supports provision due to its basis in a social-ecological framework; (d) is less offensive to persons with disabilities; and (e) is more consistent with international terminology. (S. 120)

Die Ersetzung der Begriffe *mental retardation* bzw. *geistige Behinderung* durch die Termini *intellectual disability* bzw. *intellektuelle Beeinträchtigung* ist neben den genannten Gründen auch notwendig, um zu betonen, dass es sich beim Personenkreis um Individuen mit neurologischen Entwicklungsbeeinträchtigungen handelt, die auf Interventionen angewiesen sind, die bestenfalls frühzeitig in der Entwicklungszeit einsetzen (Harris, 2013, S. 260).

4.1.1 Definition des Phänomens intellektuelle Beeinträchtigung

Der Begriff ID bzw. IB verdeutlicht den Paradigmenwandel hinsichtlich des Behinderungsbegriffs und unterstreicht die Bedeutung der Wechselwirkung von Funktionsfähigkeit und Umweltfaktoren (Schalock et al., 2007, S. 118).
Der Begriff wird in internationalen fachwissenschaftlichen Zeitschriften wie auch – in Form der hier gewählten Übersetzung *intellektuelle Beeinträchtigung* – in deutschsprachigen Publikationen aus dem sonderpädagogischen, psychologischen und medizinischen Bereich verwendet (vgl. Koenig, 2014, S. 43; Opp & Theunissen, 2009, S. 101; Weber & Rojahn, 2009, S. 352; Schnepel, Krähenmann, Moser Opitz, Hepberger & Ratz, 2015), wobei das Doppelkriterium (Beeinträchtigung der kognitiven Fähigkeiten *und* der sozial-adaptiven Handlungskompetenz) erfüllt sein muss und erst dann von intellektueller Beeinträchtigung gesprochen wird, wenn sich diese bereits vor dem 18. Lebensjahr manifestiert. Weber und Rojahn (2009) definieren intellektuelle Beeinträchtigung als dauerhaftes Entwicklungsphänomen anhand der genannten Kriterien wie folgt:

> Intellektuelle Beeinträchtigung ist von einem Mangel an kognitiven Fähigkeiten sowie von verringertem sozial-adaptiven Handlungsvermögen gekennzeichnet. […] Ein signifikant niedriger Intelligenzquotient mit gleichzeitig deutlich verringerten Werten in einem Verfahren zur Erfassung sozial-adaptiver Kompetenzen sind die operationalen Kriterien der Diagnose „intellektuelle Beeinträchtigung". (S. 352)

Diese Definition ist insbesondere für den pädagogischen Kontext zu bevorzugen, da im Gegensatz zu früheren Definitionen nicht allein die kognitiven Fähigkeiten berücksichtigt werden, sondern gleichzeitig auch sozial-adaptive Kompetenzen relevant sind (Weber & Rojahn, 2009, S. 352). Zur Ermittlung des Schweregrads der Beeinträchtigung stehen dabei verschiedene Ansätze und Vorgehensweisen bzw. Testinstrumente zur Auswahl. In der neueren klinischen Forschung und der aktuellen Epidemiologie „hat sich die gröbere Unterteilung zwischen ‚leicht geistig behindert' (IQ-Grenzen = 70-50) und ‚schwer geistig behindert' (IQ-Grenze < 50) aus verschiedenen Gründen (Messbarkeit, ätiologische Zuordnungen) bewährt" (Hennicke et al., 2009, S. 11). Die diagnostische Abklärung der intellektuellen Beeinträchtigung ist dabei aus pädagogischer Sicht insofern bedeutsam, als damit das Anrecht auf heilpädagogische Förderung besteht und diese eingeleitet werden kann (Speck, 2012, S. 48). Diese verfolgt – verbunden mit anderen zu veranlassenden Unterstützungsmassnahmen – das Ziel, „den Menschen mit intellektueller Beeinträchtigung so weit wie möglich an jenen gesellschaftlichen Prozessen teilhaben zu lassen, die für seine nicht intellektuell beeinträchtigten Peers typisch sind" (Weber & Rojahn, 2009, S. 353).

4.1.2 Definitionsansätze bedeutender Klassifikationssysteme

Wie im vorangegangen Kapitel beschrieben, herrscht eine Begriffsvielfalt hinsichtlich des Phänomens geistige Behinderung bzw. intellektuelle Beeinträchtigung. Mit der Einführung des Terminus *geistige Behinderung* wollte man, wie bereits aufgezeigt, die Abwertung der betroffenen Personengruppe vermeiden sowie den Bezug zur US-amerikanischen Terminologie *mental retardation* herstellen (Kulig, Theunissen & Wüllenweber, 2006, S. 116). Inzwischen handelt es sich jedoch um einen belasteten Begriff, der häufig mit negativen Konnotationen verbunden wird (Nußbeck, 2008). Deshalb wir dieser nun – rund fünf Jahrzehnte später – aus ähnlichen Gründen ersetzt (Harris, 2013, S. 260). In letzter Zeit hat sich insbesondere im angloamerikanischen Sprachraum die Terminologie *intellectual disability* durchgesetzt (Seidel, 2013, S. 11). Diese Bemühungen um Entwicklungen „von einem defektorientierten funktionalistischen hin zu einem individualistisch subjektorientierten Förderverständnis und damit zu einem grundlegend veränderten Menschenbild" (Stöppler & Wachsmuth, 2010, S. 15) spiegeln sich auch in den Definitionen der bedeutendsten nationalen und internationalen Klassifikationssysteme (d. h. ICD-10 (DIMDI, 2013), DSM-5 (APA, 2013a), AAIDD (Wehmeyer et al., 2008); vgl. Seidel, 2013, S. 12) wider: Diese haben sich den Forderungen nach einer einheitlichen Terminologie, die möglichst frei von negativen Konnotationen ist, angepasst oder beabsichtigen dies zu tun (Harris, 2013). So hat die US-amerikanische Gesellschaft für Psychologie (APA) die fünfte Überarbeitung des *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM-5) begrifflich sowie inhaltlich angepasst und auch die Weltgesundheitsorganisation (WHO) plant die elfte Ausgabe der *International Statistical Classification of Diseases* (ICD-11) mitunter hinsichtlich ihrer Begriffe zu überarbeiten. Die jetzigen bzw. künftigen Definitionen der beiden Klassifikationssysteme sowie die Definition der *American Association on Intellectual and Developmental Disabilities* (AAIDD) liefern aktuelle und empirisch gestützte Sichtweisen auf das Phänomen GB bzw. IB (vgl. Saß, Wittchen & Zaudig, 2001).

Auch wenn den nachfolgend zusammengefassten Definitionsansätzen trotz der angestrebten Änderungen noch immer eine Defizitorientierung unterstellt werden kann und diese nicht aus dem Fachgebiet der Pädagogik stammen, so weisen sie dennoch den Vorteil der Internationalität auf und bilden die Grundlage für viele rechtliche Entscheidungen (Stahl, 2005, S. 217), weshalb nachfolgend auf deren Definitionen von intellektueller Beeinträchtigung bzw. *intellectual disability* eingegangen wird.

International Classification of Functioning, Disability and Health (ICD-10)

Die Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme (ICD-10) wird von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) herausgegeben und dient als Grundlage für pädiatrische und kinder- sowie jugendpsychiatrische Diagnosen (Sarimski, 2013a, S. 212). Wie in ihren deutschsprachigen Nachbarländern wird auch in der Schweiz die sogenannte *German Modification* (GM) zur Codierung der Diagnosen verwendet. Diese beruht auf der WHO-Originalversion und wird vom Deutschen Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) erstellt (Bundesamt für Statistik, 2014).

In der aktuellen ICD-10-Version wird geistige Behinderung als „Intelligenzminderung" aufgeführt und als „Zustand von verzögerter oder unvollständiger Entwicklung der geistigen Fähigkeiten" (DIMDI, 2013) beschrieben. Von einer Intelligenzminderung wird ab einem IQ von unter 70 gesprochen, wobei die Klassifikation der ICD-10 vier Gliederungsstufen kennt. Diese vier Stufen (vgl. Tabelle 1) werden übrigens in gleicher Form auch in der ICD-11 zu finden sein (Harris, 2013, S. 261).

Tabelle 1: Internationale Klassifikation psychischer Störungen in der ICD-10 (DIMDI, 2013)

IQ	**Zustandsbild nach ICD-10-WHO**
50-69	Intelligenzminderung Lernschwierigkeiten in der Schule. Viele Erwachsene können arbeiten, gute soziale Beziehungen unterhalten und ihren Beitrag zur Gesellschaft leisten. *Einschlussvermerk: Debilität, leichte geistige Behinderung*
35-49	Mittelgradige Intelligenzminderung Deutliche Entwicklungsverzögerung in der Kindheit. Die meisten können aber ein gewisses Mass an Unabhängigkeit erreichen und eine ausreichende Kommunikationsfähigkeit und Ausbildung erwerben. Erwachsene brauchen in unterschiedlichem Ausmass Unterstützung im täglichen Leben und bei der Arbeit. *Einschlussvermerk: mittelgradige geistige Behinderung*
20-34	Schwere Intelligenzminderung Andauernde Unterstützung ist notwendig. *Einschlussvermerk: schwere geistige Behinderung*
< 20	Schwerste Intelligenzminderung Die eigene Versorgung, Kontinenz, Kommunikation und Beweglichkeit sind hochgradig beeinträchtigt. *Einschlussvermerk: schwerste geistige Behinderung*

Die Unterscheidung der Messwerte nach Schweregrad ist dabei willkürlich und hat lediglich einen orientierenden Charakter (Speck, 2012, S. 61). Zudem wird vermehrt darauf hingewiesen, dass IQ-Werte unter 50 aus statistischer Sicht an Zuverlässigkeit einbüssen und damit verbunden wenig aussagekräftig sind (ebd.). In Verbindung mit dem Mass an sozialer Anpassungsfähigkeit ermöglicht ein standardisierter Intelligenztest dennoch eine relativ präzise Bestimmung der Intelligenzminderung (DIMDI, 2013). Obwohl in der aktuell gültigen ICD-10-Version der Begriff *mental retardation* noch aufgeführt ist, wird von der ICD-11-Arbeitsgruppe (Salvador-Carulla et al., 2011, S. 175) beabsichtigt, dass mit der für 2015 erwarteten Revision der Begriff durch den Terminus *Intellectual Development Disorders* (IDD), zu Deutsch *intellektuelle Entwicklungsstörung,* ersetzt wird (Harris, 2013, S. 261). Dabei werden intellektuelle Entwicklungsstörungen definiert als: „a group of developmental conditions characterized by significant impairment of cognitive functions, which are associated with limitations of learning, adaptive behavior and skills" (Salvador-Carulla et al., 2011, S. 175). Somit wird wiederum deutlich, dass für die Diagnose ID/IDD ein Doppelkriterium bestehend aus einer Intelligenzminderung sowie Defiziten im sozialen Anpassungsverhalten vorliegt (Nußbeck, 2008, S. 6).

Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-IV-TR und DSM-5)

Im Gegensatz zum medizinisch geprägten Begriff Intelligenzminderung (Seidel, 2013, S. 11), der in der ICD-10 Verwendung findet, wird im DSM-IV-TR der Terminus geistige Behinderung aufgenommen. Die derzeit vorliegende deutsche Übersetzung des Diagnostischen und Statistischen Manuals Psychischer Störungen (DSM-IV-TR), das von der US-amerikanischen Gesellschaft für Psychiatrie herausgegeben wird, macht geistige Behinderung dabei an drei Kriterien fest:

> Das Hauptmerkmal der Geistigen Behinderung ist eine deutlich unterdurchschnittliche allgemeine intellektuelle Leistungsfähigkeit (Kriterium A). Diese ist begleitet von starken Einschränkungen der Anpassungsfähigkeit in mindestens zwei der folgenden Bereiche: Kommunikation, eigenständige Versorgung, häusliches Leben, soziale/zwischenmenschliche Fertigkeiten, Nutzung öffentlicher Einrichtungen, Selbstbestimmtheit, funktionale Schulleistungen, Arbeit, Freizeit, Gesundheit und Sicherheit (Kriterium B). Der Beginn der Störung muss vor dem Alter von 18 Jahren liegen (Kriterium C). (Saß et al., 2001, S. 73)

Basierend auf dem sogenannten Doppelkriterium (Beeinträchtigung der Intelligenz sowie der sozial-adaptiven Kompetenz), das auch in der ICD-10 aufgeführt wird, berücksichtigt die American Psychological Association (APA) ebenfalls beide Bereiche in ihrer Definition von intellektueller Beeinträchtigung. Obwohl die Unterscheidung der Schweregrade in der Praxis wenig Bedeutung hat, plädiert die APA aus Sicht der Forschung für die Beibehaltung dieser Klassifikation (Weber & Rojahn, 2009, S. 353).

Tabelle 2: Unterscheidung der Schweregrade von intellektueller Beeinträchtigung nach APA

Schweregrade	**IQ-Streuungsbereich**	**IQ-Standardabweichungen [*SD*] vom Mittelwert (=100)**	**Ausmass der sozial-adaptiven Beeinträchtigung**
leicht	55-70	-2	zwei oder mehr Bereiche
mittelgradig	35-54	-3	zwei oder mehr Bereiche
schwer	20-34	-4	alle Bereiche
schwerst	<20	-5	alle Bereiche

Anmerkung: Abbildung übernommen von Weber und Rojahn (2009, S. 535; zurückgehend auf Jacobson und Mulick (1996))

Abgesehen von minimalen Unterschieden bei den IQ-Werten unterscheidet sich die Klassifikation der APA insofern von jener der ICD-10, als zusätzlich zu den Intelligenzwerten auch das erwartete Ausmass der Beeinträchtigung im sozial-adaptiven Bereich angegeben wird, womit erneut die Bedeutung des eben genannten Doppelkriteriums betont wird.

Nach dem DSM-5 beinhaltet eine ID Einschränkungen der allgemeinen kognitiven Fähigkeiten, welche die Anpassungsfähigkeit in drei Bereichen beeinflussen. Diese drei Komponenten bestimmen, wie gut Individuen mit Alltagsaufgaben zurechtkommen:

- The conceptual domain includes skills in language, reading, writing, math, reasoning, knowledge, and memory.
- The social domain refers to empathy, social judgment, interpersonal communication skills, the ability to make and retain friendship, and similar capacities.
- The practical domain centers on self-management in areas such as personal care, job responsibilities, money management, recreation, and organizing school and work tasks. (APA, 2013b, S. 1)

Im Gegensatz zum bisherigen DSM-IV-TR ergibt sich damit neu eine multidimensionale Perspektive auf intellektuelle Beeinträchtigung.

American Association on Intellectual and Developmental Disabilities (AAIDD)
Der erste Versuch einer systematischen Verwendung beider Kriterien (Minderung der Intelligenz und der sozial-adaptiven Kompetenz) zur Definition des Phänomens GB/IB geht auf die American Association on Intellectual and Developmental Disabilities (AAIDD), vormals American Association on Mental Retardation (AAMR) (Heber, 1959), zurück (Schalock et al., 2007, S. 119). Im Gegensatz zum Sechs-Komponenten-Modell der International Classification of Functioning Disability and Health (ICF) umfasst das Modell der AAIDD jedoch lediglich fünf Komponenten der menschlichen Funktionsfähigkeit (intellektuelle Fähigkeiten, adaptives Verhalten, Gesundheit, Partizipation und Kontext), wobei der Schwerpunkt auf dem individuellen Unterstützungsangebot zur Verbesserung der Funktionsfähigkeit liegt.
Zur Bestimmung von Umfang und Form der benötigten individuellen Unterstützung wird dabei die *Support Intensity Scale* der AAIDD eingesetzt (Thompson et al., 2004). Währenddem im ICF-Modell Unterstützungsangebote bei den Umweltfaktoren eingeordnet werden, repräsentieren diese im Modell der AAIDD eine bedeutsame Hauptkomponente. Diese multidimensionale Auffassung stellt aus (sonder-)pädagogischer Sicht eine interessante Perspektive dar, indem sie von der Gesellschaft Interventionen fordert, „that focus on individual strengths and that emphasize the role of supports to improve human functioning“ (Wehmeyer et al., 2008, S. 317).

Unterschiede und Konsens der Definitionen
Während in der Definition der ICD-10 der Aspekt der Entwicklungsverzögerung in den Vordergrund gestellt wird, führen sowohl die APA (DSM-5) als auch die AAIDD relativ klare, operationalisierte Diagnosekriterien zur Bestimmung von IB auf (Seidel, 2013, S. 13). Im Gegensatz zu den Systemen der WHO und der APA beinhaltet das Modell der AAIDD keine Klassifikation nach Schweregraden und unterscheidet sich auch insofern von den ICD-10 und dem DSM-5, als es speziell und ausschliesslich für *intellectual disability* entwickelt wurde.
Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Konzepte der WHO, der APA sowie der AAIDD verschiedene Zugänge zum Phänomen intellektuelle Beeinträchtigung integrieren, indem sie zunehmend von einem biopsychosozialen und somit multidimensionalen Ansatz ausgehen. Darin enthalten ist die doppel-kriteriale Definition von IB (Schalock et al., 2007, S. 119). Diese multiperspektivische Sichtweise berücksichtigt neben der biologischen und der individuellen Ebene auch den sozialen Kontext und wird somit der Komplexität von IB am ehesten gerecht. Die

breite Perspektive, die mit dem sogenannten biopsychosozialen Modell einhergeht, betont zudem auch die Bedeutung der Schule als Teil des sozialen Umfelds, wie die folgende Aussage verdeutlicht: „In such a view, a priority needs to be assigned to assessment of the proximal environments of home, school and community“ (Simeonsson et al., 2003, S. 607).
Im Anschluss an das nachfolgende Kapitel 4.2 zur numerischen Entwicklung folgt die Auseinandersetzung mit Aspekten der schulischen Bildung von Lernenden mit IB (vgl. Kapitel 4.3; 4.4), wobei der Schwerpunkt aufgrund des Themas der vorliegenden Arbeit auf zentralen didaktischen und fachdidaktischen Komponenten der mathematischen Förderung liegt.

4.2 Numerische Entwicklung im Kindesalter

In der Entwicklungspsychologie existieren verschiedene Theorien zum Entwicklungsverlauf, wobei im Wesentlichen zwei Zugänge unterschieden werden können: quantitative Ansätze (z. B. lerntheoretische Entwicklungsmodelle) sowie Theorien, die von qualitativen Veränderungen im Entwicklungsprozess ausgehen (Lohaus & Vierhaus, 2013, S. 8). Eine der bekanntesten qualitativen Theorien, die bis heute Einfluss auf Modelle zur mathematischen Entwicklung hat, ist die kognitive Theorie von Jean Piaget (1896–1980). Die kognitionspsychologische Forschung geht davon aus, dass sich die numerischen Fähigkeiten bei Kindern im Alter von sechs bis sieben Jahren entwickeln, da erst dann die nötige Fähigkeit zu abstrahieren vorhanden ist. Demgegenüber stehen Forschungen, die zeigen, dass bereits Babys und Kleinkinder über erste numerische Fähigkeiten verfügen (McCrink & Wynn, 2004; vanMarle & Wynn, 2009; Wynn, 1990; Wynn, 1992; Wynn, 1996; Wynn, Bloom & Chiang, 2002). Des Weiteren liegen Studien mit Kindern aus dem Schuleingangsbereich vor, die von bemerkenswerten mathematischen Fähigkeiten berichten (Hengartner & Röthlisberger, 1995; Schmidt, 2009; Schmidt & Weiser, 1982; Selter, 1995; Weinhold Zulauf, Schweiter & von Aster, 2003). Dies zeigt, dass „das menschliche Gehirn mit einem angeborenen Mechanismus für das Erfassen numerischer Grössen ausgestattet ist, der im Lauf der Evolution erworben wurde und uns zur Aneignung der Mathematik befähigt“ (Dehaene, 1999, S. 54). Zudem wird deutlich, dass die mathematische Entwicklung schon weit vor Schulbeginn einsetzt und damit das frühe Kindesalter bis hin zum Grundschulalter eine bedeutende Phase für den Erwerb des Zahlbegriffs darstellt (vgl. Weinhold Zulauf et al., 2003). Zur Beschreibung der numerischen Entwicklung haben sich dabei nach Krajewski, Grüßing und Peter-Koop (2009) insbesondere zwei konträre Modellvorstellungen hervorgetan: das *Logical-Foundations*-Modell nach Piaget und das *Skills-Integration*-Modell, das als Folge der Kritik an Piagets Theorie zur Zahlbegriffsentwicklung (vgl. Piaget &

Szeminska, 1975) entstanden ist. Diese unterschiedlichen entwicklungstheoretischen Positionen in Bezug auf den Zahlbegriff haben den Unterricht, insbesondere jenen von Kindern mit besonderem Bildungsbedarf, nachhaltig geprägt und sind deshalb Teil dieses Kapitels. Verbunden damit werden unterschiedliche Auffassungen und Konzeptualisierungen mathematischer Kompetenzen dargestellt und kontrastiert. Sodann wird anhand des Modells nach Krajewski (ebd. 2008; Krajewski et al., 2009; Krajewski & Ennemoser, 2013) der Ablauf der numerischen Entwicklung aufgezeigt, um in einem weiteren Schritt Erkenntnisse zum Entwicklungsverlauf von Kindern mit besonderem Bildungsbedarf zu präsentieren. Um die Zahlbegriffsentwicklung von Kindern mit IB in einen grösseren Kontext einordnen zu können, ist die Auseinandersetzung mit der allgemeinen Entwicklung mathematischer Kompetenzen unerlässlich, zumal angenommen werden kann, dass sich die Entwicklungsschritte als solche nicht grundsätzlich voneinander unterscheiden wie beispielsweise Werner (2009) verdeutlicht: „Die Entwicklung des Zahlbegriffs, die Herausbildung mathematischer Einsichten und mathematischen Wissens folgt […] den gleichen Gesetzmässigkeiten wie bei nicht behinderten Kindern“ (S. 145). Diese Annahme wird zusätzlich durch Forschungsergebnisse abgestützt (vgl. Moser Opitz, Garrote & Ratz, 2014, S. 22-24), wie sich in Kapitel 4.3 noch zeigen wird.

4.2.1 Klassisches Modell zur Zahlbegriffsentwicklung

Ausgangslage für viele mathematische Entwicklungsmodelle – gerade im sonderpädagogischen Bereich – bilden, wie eingangs dieses Kapitels angedeutet, noch immer die Erkenntnisse von Jean Piaget. Basierend auf seinen Beobachtungen entwickelte Piaget ein Entwicklungsmodell mit vier Entwicklungsstufen[7]. Die Stufen bauen dabei aufeinander auf, wobei sich jede Phase durch spezifische Merkmale auszeichnet. Das angegebene Lebensalter wird lediglich als Anhaltspunkt verstanden, zumal die Übergänge zwischen den Stufen fliessend sind und von individuellen Entwicklungsabweichungen ausgegangen wird (Lohaus & Vierhaus, 2013, S. 24). Entgegen anderen Entwicklungstheorien, wie beispielsweise der soziokulturellen Theorie (vgl. Lohaus & Vierhaus, 2013), versteht Piaget Lernen dabei nicht als sozial vermittelten Prozess. Vielmehr steht bei ihm im Sinne der Erkenntnistheorie bzw. genetischen Epistemologie das Individuum und dessen aktive Auseinandersetzung mit der Umwelt im Zentrum, wobei Lernen als

[7] Das Modell von Piaget unterscheidet vier Entwicklungsstufen: 1. sensumotorische Phase (0–2 Jahre), 2. prä-operationale Phase (2–6 Jahre), 3. konkret-operationale Phase (7–11 Jahre), 4. formal-operationale Phase (ab 12 Jahren). Eine umfassende Beschreibung der Stufen liefern Lohaus und Vierhaus (2013). Eine umfassende Darstellung des Zahlbegriffskonzepts von Piaget findet sich z. B. bei Moser Opitz (2008, S. 19-62).

Resultat der Entwicklung verstanden wird (Moser Opitz, 2008, S. 21). Piagets Verständnis des Zahlbegriffs gründet dabei auf der Annahme, dass sich die Entwicklung des Zahlbegriffs ausgehend von *logisch formalen Operationen* vollzieht (Schneider, Küspert & Krajewski, 2013, S. 16), womit der Fokus auf der präoperationalen und der konkret-operationalen Phase liegt (Moser Opitz, 2008, S. 23). Die logischen Operationen bilden nach Piagets Auffassung somit die Grundlage für das mathematische Denken und Verstehen von Zahlen (Moser Opitz, 2008, S. 11), wobei sie nach Piaget und Szeminska (1975) durch drei zentrale Komponenten definiert werden, die den Übergang von der prä-operationalen zur konkret-operationalen Phase markieren (Moser Opitz, 2008, S. 33-34): 1) die Mengenerhaltung und -invarianz, 2) die kardinale und ordinale Stück-für-Stück-Korrespondenz bzw. Eins-zu-eins-Zuordnung sowie 3) additive und multiplikative Kompositionen (Piaget & Szeminska, 1975, S. 5-6). Das Wissen darüber, dass das letztgenannte Zahlwort die Menge benennt, das sogenannte Kardinalzahlverständnis, wird hierbei über die Klassifikation von Objekten erworben, wohingegen das Ordinalzahlverständnis über die Seriation bzw. Reihenfolgenbildung erworben wird (Schneider et al., 2013, S. 16-17). Die Entwicklung des kardinalen und ordinalen Zahlaspekts erfolgt nach Piaget ungefähr zeitgleich und führt letztlich zum Erwerb des Zahlbegriffs (ebd.). Als „notwendige Bedingung für jedes mathematische Verständnis“ (Piaget & Szeminska, 1975, S. 16) gilt dabei die Einsicht, dass trotz Änderung der räumlichen Anordnung, z. B. durch Vergrösserung der Abstände zwischen den einzelnen Elementen, die Anzahl der Elemente einer Menge gleich bleibt. Häufig genannt wird hier das Beispiel mit den Umschüttversuchen, wobei das Kind erkennen muss, dass sich die Flüssigkeitsmenge durch das Umfüllen (z. B. in ein schmaleres Gefäss) nicht verändert (Hasemann & Gasteiger, 2014, S. 12-13). Diese Einsicht fassen Piaget und Szeminska (1975) unter dem Begriff der *Invarianz* zusammen: Gemäss dieser Auffassung setzt das Zahlverständnis „Entdeckung der Invarianz der Gesamtheiten“ (S. 57) voraus, die sogenannte Mengenerhaltung. Damit verbunden werden für den Zahlbegriffserwerb die Fähigkeiten zur *Klasseninklusion* (d. h. die Einsicht, dass Unterklassen in Oberklassen enthalten sind) und *Seriation* (Reihenbildung nach Grösse) als wesentlich erachtet (Schneider et al., 2013, S. 17). Erstere resultiert nach Piaget im Kardinalzahlverständnis, Letztere im Ordinalzahlverständnis (Schneider et al., 2013, S. 17), woraus sich Piagets Sicht – auch bekannt als *Logical-Foundations*-Modell – auf den Zahlbegriffserwerb ergibt:

> Die Entwicklung des Zahlkonzepts beim Kind vollzieht sich nach seiner Auffassung nun als Verschmelzung von Klasseninklusion (Verständnis für Teil-Ganzes-Beziehungen) und Seriation (Verständnis für Ungleichheitsbeziehungen), weil so das Kind die Zahl als Vereinigung ihrer kardinalen Funktion (Mengenbegriff) und ihrer ordinalen Funktion (Ordnungsbegriff) erwirbt. (Schneider et al., 2013, S. 17-18)

Dieses Verständnis geht mit der Annahme einher, dass die numerischen Fähigkeiten erst im Alter von sechs bis sieben Jahren erworben werden und Kinder erst dann das Verständnis für mathematische Operationen (wie z. B. Addition) aufbringen können (ebd.). Dem Zählen, das sich bereits in der prä-operationalen Phase zeigt, kommt dabei keine operative Bedeutung zu, es hat aus der Sicht von Piaget und Szeminska (1975) somit keine Einwirkung auf die Zahlbegriffsentwicklung: „Die gesprochene Aufzählung, die die soziale Umgebung dem Kinde dieses Niveaus zuweilen aufzwingt, bleibt in der Tat völlig verbal und ohne operatorische Bedeutung“ (Piaget & Szeminska, 1975, S. 47).

Hauptkritikpunkte an Piagets Zahlbegriffstheorie

Piagets Auffassung der Zahlbegriffsentwicklung steht hinsichtlich einiger wesentlicher Punkte im Widerspruch zum gegenwärtigen Erkenntnisstand der Entwicklungspsychologie zum Erwerb numerischer Kompetenzen. Eine umfassende Kritik findet sich beispielsweise bei Moser Opitz (2008, S. 41-62); nachfolgend werden die wesentlichen Kritikpunkte kurz zusammengefasst wiedergegeben:

Die vorab dargelegte, untergeordnete *Rolle des Zählens* in Piagets Zahlbegriffsverständnis ist aufgrund von Untersuchungsergebnissen, welche die Bedeutung der Zählkompetenzen hervorheben (vgl. Clements, 1984), kritisch zu reflektieren. Diese werden in der Mathematikdidaktik heute als wichtige Voraussetzung für den Zahlbegriffserwerb erachtet (Fuson, 1988; Hasemann & Gasteiger, 2014; Krajewski et al., 2009; Moser Opitz, 2008; Schneider et al., 2013). In empirischen Untersuchungen konnte zudem die Annahme, dass sich das *kardinale und ordinale Verständnis* in etwa zur gleichen Zeit entwickeln, nicht abgesichert werden (vgl. Brainerd, 1979). Aufgrund des aktuellen Forschungsstands gilt heute als Konsens, dass sich das Ordinalzahlverständnis vor dem Kardinalzahlverständnis entwickelt und die Ordinalzahl somit bedeutender für den Zahlbegriffserwerb ist (Moser Opitz, 2008, S. 62; Schneider et al., 2013, S. 18). Wie schon Brainerd (1973; 1979) in seinen Studien nachwies, bestätigen auch jüngere Untersuchungsergebnisse, dass sich ordinale Trainingseinheiten positiver auf den arithmetischen Lernfortschritt auswirken als kardinal orientierte Trainings (vgl. Krajewski et al., 2009; Schneider et al., 2013, S. 18). Des Weiteren gilt insbesondere im mathematikdidaktischen Kontext der Konsens, dass die *Invarianz der Quantität* bzw. die Mengenerhaltung keine notwendige Voraussetzung für den Erwerb des Zahlbegriffs darstellt (Moser Opitz, 2008, S. 51; Schneider et al., 2013, S. 18) und ein spezifisches Training der Einsicht in die Invarianz damit als „Zeitverschwendung“ erachtet wird (Ginsburg, 1977, S. 74; zitiert nach Moser Opitz 2008, S. 51).

Ein vieldiskutierter Kritikpunkt bezieht sich zudem auf die sprachlichen Anforderungen, die mit Piagets Versuchsanordnungen einhergingen. Hier ist als Beispiel

die *Testfrage zur Klasseninklusion*[8] zu nennen, die an erster Stelle sprachliche Herausforderungen beinhaltet. Eine falsche Antwort kann somit nicht zwingend darauf zurückgeführt werden, dass das Kind nicht fähig ist, die Unter- und Oberklassen zu vergleichen, vielmehr muss davon ausgegangen werden, dass es die Frage nicht richtig verstanden hat, da diese missverständlich formuliert ist. Moser Opitz (2008) verweist zudem auf eine Untersuchung von Zur Oeveste (1987), in der das Verständnis für die Klasseninklusion erst bei neun- bis zehnjährigen Kindern attestiert werden konnte, und stellt damit verbunden den Entwicklungsverlauf der konkreten Operationen infrage, indem sie hinsichtlich der Bedeutung der Klasseninklusion für den Zahlbegriffserwerb folgendes Fazit zieht: „Wenn sich die Klasseninklusion erst so spät entwickelt, kann nicht mehr, wie *Piaget* dies annahm, davon ausgegangen werden, dass sämtliche Aufgaben beherrscht werden müssen, um den Zahlbegriff zu erwerben“ (Moser Opitz, 2008, S. 57; Hervorhebung im Original).
Aus der Kritik an Piagets Zahlbegriffstheorie ging das sogenannte Skills-Integration-Modell (zurückgehend auf Clements, 1984) hervor. Dieses beinhaltet wesentliche Vorläuferfertigkeiten numerischer Kompetenzen und hat mitunter Eingang in die englisch-, deutsch-, aber auch französischsprachige Mathematikdidaktik (für letztere vgl. Fayol, 2012) gefunden. Nachfolgend werden deshalb die wesentlichen Komponenten dieses Entwicklungsmodells dargestellt.

4.2.2 Alternatives Entwicklungsmodell: Das Skills-Integration-Modell

Verbunden mit der Kritik an Piagets *Logical-Foundations*-Modell wurden vorwiegend im angloamerikanischen Sprachraum anhand von empirischen Untersuchungen andere Modelle zur Erklärung der Zahlbegriffsentwicklung konzipiert. Clements (1984) fasste die daraus entstandenen Konzeptualisierungen erstmals unter dem Begriff *skills integration model* zusammen, basierend auf folgender Grundannahme:

> Skills integration models […] and recently developed models of counting […] hypothesize that the development of number concepts and skills results from the integration of number skills such as counting, subitizing, and comparing. (Clements, 1984, S. 766)

Damit wird deutlich, dass der Erwerb des Zahlbegriffs unterschiedliche Komponenten wie das Zählen, die Anzahlerfassung auf einen Blick (d. h. Subitizing; vgl. S. 79), den Mengenvergleich sowie Teil-Ganzes-Beziehungen umfasst. Entspre-

[8] Beispiel einer Versuchsanordnung zur Klasseninklusion: Ein Bild mit zwölf Mädchen und zwei Jungen wird vorgelegt, worauf das Kind die Testfrage „Gibt es in dieser Klasse mehr Mädchen oder mehr Knaben?“ beantworten muss (Piaget & Szeminska, 1975, S. 219). Eine bildliche Darstellung der Klasseninklusion hinsichtlich der Zählzahlen findet sich beispielsweise bei Benz et al. (2015, S. 125).

chend dem aktuellen Forschungskonsens wird somit davon ausgegangen, dass sich der Zahlbegriff aus der Integration ebendieser Fähigkeiten und Fertigkeiten ergibt, wobei bereits Kleinkinder Ansätze dieser mathematischen Grundkompetenzen aufweisen können (Schneider et al., 2013, S. 18-19). Bedeutsame Arbeiten, die in diesem Kontext entstanden sind und bis heute auf grosse Anerkennung in der internationalen Mathematikdidaktik stossen, sind beispielsweise die von Gelman und Gallistel (1978) beschriebenen Zählprinzipien, die Phasen der Zählentwicklung nach Fuson (1988) oder die sogenannten „protoquantitativen Schemata" von Resnick (1989) zur Beschreibung des Verständniserwerbs hinsichtlich Mengenbeziehungen (Benz et al., 2015, S. 135-136). Diese sowie der Modellvorschlag von Krajewski (ebd., 2008; Krajewski et al., 2009; Krajewski & Ennemoser, 2013), der ausgehend von Resnicks (1983; 1989) Vorarbeiten entstanden ist (Krajewski et al., 2009), bilden gemeinsam das aktuelle Zahlbegriffsverständnis ab und stellen damit einen bedeutenden Bestandteil des mathematikspezifischen Professionswissens für den Schuleingangsbereich und die Primarstufe dar. Dabei wird davon ausgegangen, dass das mathematische Vorwissen (wie z. B. Zählprinzipien, Anzahlerfassung und Mengenvergleich) besonders bedeutsam für das mathematische Lernen ist. Nachfolgend steht deshalb die theoretische Auseinandersetzung mit den zentralen Komponenten des Skills-Integration-Modells – *counting skills*, *subitizing* und *comparing* (Clements, 1984, S. 766) – sowie den dazugehörigen Konzeptualisierungen im Vordergrund.

Zählprinzipen nach Gelman und Gallistel (1978)

Auf dem Weg zum Zahlbegriffserwerb spielen die Zählkompetenzen eine tragende Rolle. Um die Fähigkeiten, die das Zählen umfasst, differenziert darzustellen, beschreiben Gelman und Gallistel (1978) drei *how-to-count principles*, die vorgeben, wie gezählt wird, und zwei *what-to-count principles*, welche die Bedingungen für den Einsatz der ersten drei Prinzipien festlegen:

1) Eindeutigkeitsprinzip (one-to-one principle)

Jedem zu zählenden Objekt einer zählbaren Gruppe von Objekten wird genau ein Zahlwort zugeordnet.

2) Prinzip der stabilen Ordnung (stable-order principle)

Die genutzten Zahlwörter kommen nur einmal und in gleichbleibender Reihenfolge vor.

3) Kardinalzahlprinzip (cardinality principle)

Das letzte Zahlwort, das beim Zählprozess genutzt wird, gibt die Anzahl der Objekte an. Dazu gehört die Betonung und Wiederholung des letztgenannten Zahlworts und das Feststellen der Gesamtzahl der Objekte, ohne eine Wiederholung des Zählvorgangs sowie auf Nachfrage zur Anzahl der Objekte die Nennung des letztgenannten Zahlworts.

4) Abstraktionsprinzip (abstraction principle)
Der Zählprozess ist abstrakt, womit die ersten drei Prinzipien bei einer beliebigen Anzahl von Objekten angewendet werden können.

5) Prinzip der Irrelevanz der Anordnung (order irrelevance principle)
Die Anordnung der Objekte ist für den Zählprozess nicht relevant.

(deutsche Übersetzung in Anlehnung an Moser Opitz, 2008, S. 68)

Beherrscht ein Kind die genannten Prinzipien, so ist es einerseits dazu in der Lage, von den Merkmalen der zu zählenden Objekte zu abstrahieren und die Anzahl der Objekte richtig zu bestimmen (z. B. auch verschiedenartige und -farbige Objekte), und hat andererseits die Einsicht erworben, dass unabhängig davon, bei welchem Objekt der Zählprozess begonnen wird, dies bei korrektem Zählvorgang keinen Einfluss auf die Gesamtzahl der Objekte hat (Schneider et al., 2013, S. 20).

Phasen der Zählentwicklung nach Fuson (1988)
Neben dem Zählvorgang zur Bestimmung von Mengen bildet auch das von Piaget und Szeminska (1975) unterschätzte verbale Zählen einen wichtigen Bestandteil im Erwerb der Zählkompetenzen. Fuson (1988) unterscheidet zur Beschreibung dieser Entwicklung fünf Niveaustufen, die den Verlauf der Entwicklungsphasen nachzeichnen und somit eine Qualitätszunahme bedeuten. Zu berücksichtigen gilt, dass in der deutschen Sprache die Zahlwörter von eins bis zwölf sowie die Zehnerzahlen auswendig gelernt werden müssen, während die übrigen Zahlwörter aus diesen abgeleitet werden können (Moser Opitz, 2007, S. 83). Zahlwörter sind zudem sozial vermittelt (Resnick, 1989, S. 163).

1) Ganzheitsauffassung der Zahlwortreihe (string level)
Die Zahlwortreihe wird ähnlich einem Lied oder Vers als Gesamtheit bzw. aneinandergereiht aufgesagt, die einzelnen Zahlwörter werden nicht unterschieden und können nicht zur Objekt- oder Anzahlbestimmung genutzt werden bzw. das kardinale Verständnis fehlt.

2) Unflexible Zahlwortreihe (unbreakable list level)
Die einzelnen Zahlwörter werden unterschieden, die Reihe wird aber noch als Ganzes wahrgenommen, sodass z. B. der Nachfolger einer Zahl innerhalb der Reihe gesucht werden muss. Das Aufsagen der Zahlwortreihe gelingt in der richtigen Reihenfolge, beginnt jedoch immer bei der Eins. Kleine Anzahlen können korrekt bestimmt werden (d. h. Kardinalverständnis vorhanden) und

die Eins-zu-eins-Zuordnung gelingt. Die genutzten Zahlwörter kommen nur einmal und in gleichbleibender Reihenfolge vor. Voraussetzung für das Lösen von Additions- und Subtraktionsaufgaben bildet als Erstes die *cardinal-to-count transition* (d. h. bei Nennung einer Zahl kann die richtige Anzahl Objekte gelegt werden), um als Nächstes zwei Mengen durch die Zählstrategie *Alles-Zählen* miteinander zu „addieren“ (Benz et al., 2015, S. 130). Diese Strategie besteht – wie der Name schon sagt – darin, dass die Objekte der ersten Menge hingelegt und ausgehend von eins gezählt werden, dann die Objekte der zweiten Menge, um abschliessend alle Elemente beginnend bei eins noch einmal abzuzählen und so die Summe zu bestimmen (ebd.).

3) *Teilweise flexible Zahlwortreihe (breakable chain level)*
Das Aufsagen der Zahlwortreihe gelingt von einer beliebigen Startzahl. Das Rückwärtszählen gelingt erst zum Teil. Die Kinder lösen einfache Additions- und Subtraktionsaufgaben, indem sie weiterzählen. Sie können die Differenz zwischen zwei Zahlen aber noch nicht benennen.

4) *Flexible Zahlwortreihe (numerable chain level)*
Von einer beliebigen Startzahl aus kann eine bestimmte Anzahl an Schritten weitergezählt werden. Die Zahlwörter werden nun als zählbare Einheiten verstanden und damit nicht nur für das Zählen von Objekten genutzt, sondern auch, um die Zählwörter zu zählen. Die Differenz zwischen zwei Zahlen kann bestimmt werden, wobei dies nicht mehr mittels Weiterzählen an konkreten Objekten erfolgen muss. Teilweise werden stattdessen die Finger fürs Weiterzählen genutzt.

5) *Vollständig reversible Zahlwortreihe (bidirectional chain level)*
Das Vor- und Rückwärtszählen gelingt von beliebigen Startzahlen aus und die Zählrichtung kann schnell gewechselt werden. Vorangegangene und nachfolgende Zahlen können direkt benannt werden. Es wir davon ausgegangen, dass die Einsicht vorhanden ist, dass die vorangegangene Zahl in jeder nachfolgenden enthalten ist; d.h. die Klasseninklusion hinsichtlich der Zählzahlen erworben wurde (Benz et al., 2015, S. 125). Ausgehend davon werden Verbindungen zwischen Additionen und Subtraktionen erkannt.

(deutsche Übersetzung in Anlehnung an Moser Opitz (2008, S. 86-87) sowie Benz, Peter-Koop und Grüßing (2015, S. 129-131); bei Letzteren findet sich eine umfassende Darstellung der Erwerbsstufen der Zahlwortreihe).

Wie anhand vorheriger Darstellung der Niveaustufen deutlich wird, wirkt sich der Erwerb der Zahlwortreihe neben dem verbalen Zählen auch auf das Zählen von Objekten sowie das mathematische Operieren (Addition und Subtraktion) aus (Benz et al., 2015, S. 129). Beim Zählen von Objekten können dabei im Laufe der

Entwicklung verschiedene Fehler auftreten, wobei zwei Fehlertypen unterschieden werden (ausführlich dazu Moser Opitz, 2008, S. 88-89): Zählfehler, welche die Zuordnung des Zahlworts zur Geste betreffen (z. B. ein Zahlwort sagen und zwei Objekte antippen), oder Fehler bezüglich der Koordination zwischen Geste und Objekt (z. B. auf ein Objekt zeigen und mehrere Zahlwörter sagen).
Besondere Bedeutung kommt hierbei dem Kardinalwortprinzip zu – auch bekannt als *kardinale Bedeutung des Zählens* (Moser Opitz, 2008, S. 90). Mit dem kardinalen Verständnis geht die Erkenntnis einher, dass das letztgenannte Zahlwort die Menge der Objekte benennt. Wie verbunden mit den Zählprinzipien von Gelman und Gallistel (1978) berichtet wurde, kann anhand der Frage „Wie viele sind es?" überprüft werden, ob das kardinale Verständnis vorhanden ist. Haben Kinder diese Einsicht noch nicht erlangt, beginnen sie verbunden mit der Nachfrage häufig nochmals von vorne zu zählen. Das Kardinalzahlverständnis entwickelt sich zuerst in Bezug auf das Abzählen von Mengen (z. B. „nimm fünf Farbstifte") und kann später auf Teilmengen erweitert werden (z. B. „nimm von zehn Bonbons vier"), womit die Fähigkeit zum Mengenvergleich erworben wird (Moser Opitz, 2008, S. 90-91). Der Kern des Zählens von Objekten besteht somit in der Anzahlbestimmung.
Neben dem Abzählen gibt es weitere Vorgehensweisen, um Anzahlen exakt oder ungefähr bestimmen zu können: die Eins-zu-eins-Zuordnung (z. B. zu jedem Teller eine Gabel), das Schätzen von Mengen oder das sogenannte *Subitizing* (Moser Opitz, 2008, S. 83-84). Der Begriff Subitizing, abgeleitet vom lateinischen Begriff *subitus* (Mandler & Shebo, 1982, S. 520), zu Deutsch „auf einmal" oder „sofort", geht auf Kaufman, Lord, Reese und Volkmann (1949) zurück und beschreibt „the rapid, confident, and accurate report of the numerosity of arrays of elements presented for short durations" (Mandler & Shebo, 1982, S. 1). In der deutschsprachigen Mathematikdidaktik wird zur Bezeichnung dieses Phänomens analog auch der Begriff *simultane Anzahlerfassung* verwendet (vgl. Benz et al., 2015; Schneider et al., 2013). Das damit gemeinte schnelle Erkennen auf einen Blick bezieht sich nach Kaufman et al. (1949, S. 524) auf kleine Mengen von bis zu sechs Elementen. Gelman und Gallistel (1978) vertraten die Annahme, dass es sich bei diesem Prozess um ein „schnelles Zählen" handelt. Diese Ansicht gilt jedoch aufgrund neuerer Untersuchungen inzwischen als widerlegt: „*Subitizing* wird deshalb als eigenständige Kompetenz angesehen, die einen allgemein automatisiert ablaufenden wahrnehmungsbasierten schnellen Verarbeitungsvorgang darstellt" (Benz et al., 2015, S. 133; Hervorhebung im Original).
Die Strategien, die verwendet werden, um Mengen mit mehr als sechs Elementen ohne Abzählen bestimmen zu können (z. B. anhand von Zusammenfassung oder Strukturierung), werden in Abgrenzung dazu unter dem Terminus *quasisimultane Anzahlerfassung* zusammengefasst (ebd.).

Protoquantitative Schemata nach Resnick (1989)

In den vorangegangenen Ausführungen wurde deutlich, dass das mathematische Lernen weit vor Schulbeginn einsetzt und somit bereits Vorschulkinder über erste Einsichten in Teil-Ganzes-Beziehungen verfügen (Gasteiger, 2010). Um dieses basale Mengenvorwissen bzw. das Teil-Ganzes-Verständnis zu beschreiben, unterscheidet Resnick (1989) sogenannte protoquantitative Schemata. Der Term *protoquantitativ* rührt daher, dass zwar bereits Mengenwissen vorhanden ist, dieses jedoch noch nicht mit einer präzisen Anzahlerfassung einhergeht und damit impliziter Art ist (Benz et al., 2015, S. 136). Resnick (1989) beschreibt drei Entwicklungsstufen zur Erlangung des Teil-Ganzes-Verständnisses:

1) *Vergleichs-Schema (compare schema)*

   Resnick (1989) geht davon aus, dass schon Kleinkinder über nicht numerisches Mengenwissen verfügen, indem sie in der Lage sind, ohne zu zählen, erste Mengenbeurteilungen vorzunehmen (gross, klein, viel, wenig) sowie erste Grössenvergleiche anzustellen (z. B. mehr als, grösser als) (Resnick, 1989, S. 162). Dies entspricht der unpräzisen Grössenrepräsentation im ZGV-Modell (Krajewski & Ennemoser, 2013).

2) *Zunahme- und Abnahme-Schema (increase/decrease schema)*

   Als Zweites wird die Einsicht erworben, dass Mengenveränderungen auf der Zu- oder Abnahme beruhen. Diese Einsicht ermöglicht es etwa 3- bis 4-jährigen Kindern, zu erkennen, dass sie, wenn sie z. B. eine bestimmte Menge Perlen haben und neue Perlen dazukommen, mehr haben – respektive sie, wenn Perlen weggenommen werden, weniger haben als zuvor. Damit verdeutlicht Resnick (1989, S. 163), dass Kinder die Grundlage für die Zahl- bzw. Mengenerhaltung schon früher mitbringen als von Piaget (vgl. Piaget & Szeminska, 1975) aufgrund seiner häufig kritisierten Testaufgaben zur Invarianz (vgl. Kapitel 4.2.1) angenommen.

3) *Teil-Ganzes-Schema (part-whole schema)*

   Ausgehend von Alltagserfahrungen verfügen Kindergartenkinder über basale Einsichten in Teil-Ganzes-Beziehungen. So wissen sie, dass man ein Ganzes wie z. B. einen Kuchen in Stücke teilen kann und diese Stücke zusammengesetzt wiederum die Ausgangsform bzw. das Ganze ergeben. Durch dieses Vorläuferwissen ist es ihnen möglich, Beziehungen zwischen den Teilen eines Ganzen und der Gesamtheit herzustellen. Damit verfügen sie über implizites Wissen über die additive Eigenschaft von Mengen.

   (deutsche Übersetzung in Anlehnung an Dornheim, 2008, S. 59-60; vgl. Benz et al., 2015, S. 135-136)

Im Gegensatz zu Piagets Ansatz (vgl. Piaget & Szeminska, 1975), der von einem Mechanismus logisch formaler Operationen als Voraussetzung für den Zahlbegriffserwerb ausgeht, vermutet Resnick (1989, S. 164) einen Zusammenhang zwischen formellen und informellen Lerngelegenheiten und der Zahlbegriffsentwicklung, die sich in ihrem Verständnis ausgehend von protoquantitativen Schemata bzw. dem Mengenvorwissen und dem Zählen ergibt (Hasemann & Gasteiger, 2014, S. 17). In ihrer Auffassung kommt damit dem konzeptuellen Teil-Ganzes-Verständnis eine zentrale Rolle im Hinblick auf den Erwerb mathematischer Kompetenzen zu:

> Probably the major conceptual achievement of the early school years is the interpretation of numbers in terms of part and whole relationships. With the application of a Part-Whole schema to quantity, it becomes possible for children to think about numbers as compositions of other numbers. This enrichment of number understanding permits forms of mathematical problem solving and interpretation that are not available to younger children. (Resnick, 1983, S. 114)

Die durch Resnick (1983, 1989) beschriebenen protoquantitativen Schemata bilden damit die Grundvorstellung für die Addition und Subtraktion, wobei die explizite Quantifizierung derselben erst mit dem Erwerb der Zahlwortreihe erfolgt (vgl. Benz et al., 2015, S. 136; Dornheim, 2008, S. 60). Dann können auch Einsichten über konkrete Zahlbeziehungen (z. B. durch Zerlegen und Zusammensetzen) gewonnen werden (Benz et al., 2015, S. 136).

Modell der Zahl-Grössen-Verknüpfung nach Krajewski (2008, 2009, 2013)

Ausgehend vom Ansatz des Skills-Integration-Modells wurden verschiedene empirisch abgestützte Konzeptualisierungen entwickelt, um den Erwerb des Zahlbegriffs darzulegen. Wie in den vorangegangenen Ausführungen deutlich wurde, kommt dabei frühen Lerngelegenheiten zur Entwicklung mathematischer Kompetenzen (z. B. Zählkompetenz, Teil-Ganzes-Verständnis) eine tragende Bedeutung zu, wobei der pränumerische Bereich nicht als Voraussetzung für das spätere Mathematiklernen erachtet wird, sondern sich der Zahlbegriff ausgehend von der basalen Beschäftigung mit Zahlen entwickelt. An dieser Stelle wird exemplarisch das Zahl-Grössen-Verknüpfungsmodell (ZGV-Modell) von Krajewski und Ennemoser (2013) vorgestellt. Dieses auf Resnick (1983, 1989) zurückgehende empirisch abgestützte Modell hat sich in der Mathematikdidaktik im deutschsprachigen Raum zunehmend etabliert und weist zudem den Vorteil auf, dass neue Forschungsergebnisse zu numerischen Kompetenzen von Kindern und Jugendlichen mit IB vorliegen, die sich darauf beziehen (vgl. Garrote, Moser Opitz & Ratz, 2015; Moser Opitz et al., 2014) Die Beschreibung der Zahlbegriffsentwicklung wird dabei anhand von drei Ebenen vorgenommen, die nicht streng hierarchisch zu verstehen sind (vgl. Abbildung 9).

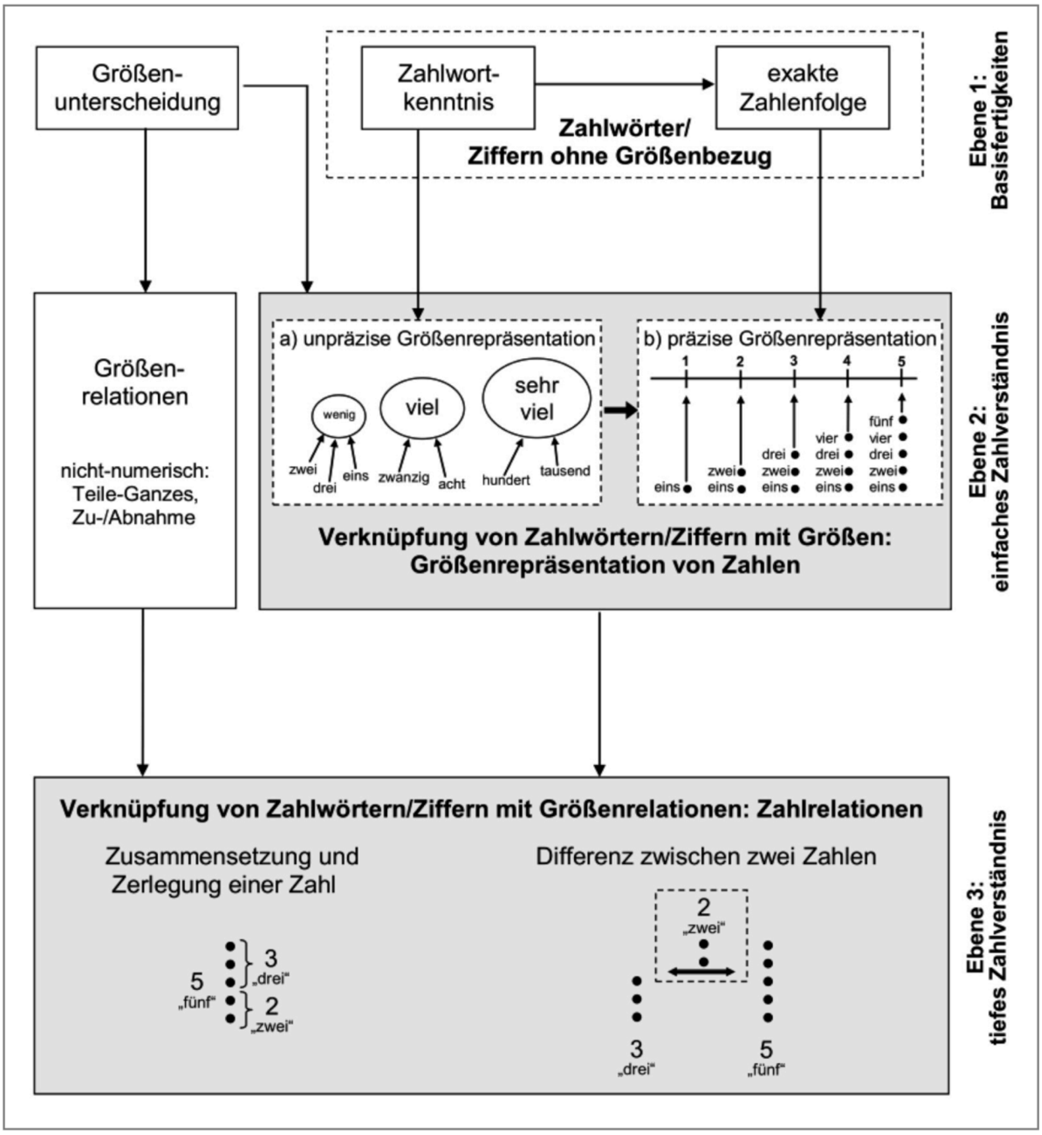

Abbildung 9: Entwicklungsmodell der Zahl-Grössen-Verknüpfung (Krajewski & Ennemoser 2013, S. 43)

Die erste Ebene der *Basisfertigkeiten* umfasst grobe Mengenunterschiede (weniger, mehr), die wahrnehmungsbasiert vorgenommen werden, sowie die Zählprozedur und das exakte Zählen. Diese numerischen Fähigkeiten sind zunächst noch losgelöst voneinander.

Auf der zweiten Ebene wird das *einfache Zahlverständnis* erworben. Hier werden erstmals Zahlen mit Mengen verbunden, wobei dies zunächst unpräzise geschieht. So können Kinder z. B. einschätzen, dass 3 wenig ist, 20 viel und 100 sehr viel, haben aber zunächst noch keine exakte Zahlvorstellung. Diese Einsicht erlangen sie mit dem Erwerb der präzisen Grössenrepräsentation, die zugleich Ausgangspunkt und Prädiktor für die weitere Entwicklung der mathematischen Kompetenzen darstellt (Garrote et al., 2015, S. 27).

Das *tiefe Zahlverständnis* wird zuletzt erworben. Dieses beinhaltet das Verständ-

nis für Zahlbeziehungen, womit Kinder die Einsicht in die Zahlzerlegung gewinnen und wissen, dass sich Zahlen zerlegen lassen (z. B. 5 besteht aus 3 und 2). Auch Differenzen zwischen Zahlen können nun erkannt werden (z. B. 5 und 3 unterscheiden sich um 2), womit die Voraussetzung für den Erwerb der Grundoperationen geschaffen ist und das Rechnen möglich wird.
Da es sich nicht um einen streng hierarchischen Entwicklungsablauf handelt, ist es durchaus möglich, dass Teilkompetenzen von einer Ebene schon vorhanden sind, während diejenigen der vorhergehenden noch fehlen. So kann ein Kind z. B. im Zahlenraum bis 20 eine präzise Grössenvorstellung haben und zugleich im Zahlenraum bis 100 erst über Basisfertigkeiten verfügen. Zudem ist von Bedeutung, auf welcher Repräsentationsebene eine Aufgabe gestellt wird. So ist es durchaus möglich, dass eine bestimmte Aufgabenstellung handelnd bewältigt werden kann, dies aber nicht mehr gelingt, wenn diese in abstrakter Form vorliegt (Garrote et al., 2015, S. 27).

4.2.3 Zentrale Voraussetzungen für das mathematische Lernen

Im mathematikdidaktischen Kontext werden Fähigkeiten und Fertigkeiten, welche die Voraussetzung für die Entwicklung mathematischer Kompetenzen bilden, unter dem Begriff der *Vorläuferfertigkeiten* zusammengefasst (Krajewski, 2008). Die Vorläuferfertigkeiten bilden die Grundlage für das Mathematiklernen in der Schule und sollten deshalb bereits im Kindergarten Teil der Förderung sein (Werner, 2009, S. 110).
Untersuchungsergebnisse zu den numerischen Fertigkeiten von Kindergartenkindern haben gezeigt, dass diese bereits über mathematisches Wissen verfügen und der Erwerb mathematischer Kompetenzen somit nicht erst bei Schuleintritt beginnt (Benz et al., 2015, S. 145-146; von Aster, 2003, S. 222). Bestimmte Vorläuferfertigkeiten fungieren dabei als Prädiktoren der späteren Mathematikleistung, indem sie diese vorhersagen können. In verschiedenen Studien (z. B. Dornheim, 2008; Krajewski, 2008) konnten solche Prädiktoren bzw. Risikofaktoren identifiziert werden. Es zeigte sich, dass die Zählkompetenzen sowie das Zahl- und Mengenvorwissen eine entscheidende Rolle hinsichtlich der späteren Mathematikleistung einnehmen (vgl. Dornheim, 2008; Krajewski, 2008).
Neben den spezifischen Prädiktoren können auch andere Faktoren die Mathematikleistung vorhersagen. So zeigen die Untersuchungsergebnisse von Krajewski (2008), dass neben dem Zahlenvorwissen, das den grössten Beitrag zur Varianzaufklärung leistet, die *Intelligenz* einen vergleichbaren Einfluss auf die Mathematikleistung hat. Krajewski (2005, S. 158; 2008) fasst bedeutende Prädiktoren der Mathematikleistung in spezifische bzw. direkt wirkende Faktoren einerseits und unspezifische Faktoren mit indirekter Wirkung andererseits zusammen (vgl.

Abbildung 10). Zu den unspezifischen Prädiktoren gehört neben der Intelligenz und der Zahlenverarbeitungsgeschwindigkeit bzw. dem Zahlenspeed auch die Gedächtnisleistung. Insgesamt zeichnen sich unspezifische Prädiktoren (wie Intelligenz, Anregungsgehalt der Umwelt, Geschlecht, phonologische Bewusstheit und Arbeitsgedächtnis) dadurch aus, dass sie für die schulische Entwicklung im Allgemeinen von Bedeutung sind und sowohl auf die Mathematikleistung als auch auf die Entwicklung der Sprachkompetenz einen Einfluss haben (Schneider et al., 2013, S. 55-65). Moser Opitz (2007, S. 54-58) setzt sich in ihrer Arbeit umfassend mit dem Zusammenhang zwischen dem Arbeitsgedächtnis und dem mathematischen Lernen auseinander und zieht folgende Konklusion:

> Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass es einerseits Hinweise dafür gibt, dass Gedächtnisprobleme den mathematischen Lernprozess erheblich beeinflussen. Mehrere Studien gehen von einer Beeinträchtigung des gesamten Komplexes „Arbeitsgedächtnis" aus, insbesondere werden Schwierigkeiten in der zentralen Ausführung vermutet. Andererseits wird jedoch auch auf einen Zusammenhang zwischen Gedächtnisaspekten und mathematischem Wissen hingewiesen. (ebd., S. 58)

Im Unterschied zu den unspezifischen Faktoren wird davon ausgegangen, dass die spezifischen Faktoren einen direkten Einfluss auf die Mathematikleistung haben. Von den spezifischen Prädiktoren ist dabei neben dem Mengenvorwissen insbesondere das Zahlenvorwissen zentral. Das *Zahlenvorwissen* umfasst die Zählkompetenzen, Wissen über Zahlen und ihre Ziffernschreibweise (d. h. arabisches Zahlenwissen) und Rechenfertigkeiten hinsichtlich konkreter Situationen (Krajewski, 2005, S. 158; 2008) Zum *Mengenvorwissen* gehören dagegen Aktivitäten wie die Seriation, Vergleiche von Mengen (Verständnis für Invarianz inbegriffen) und Längen. Die Seriation wird dabei nicht im Sinne von Piaget und Szeminska (1975) als logische Fähigkeit, Objekte basierend auf Gemeinsamkeiten durch Abstrahieren von Unterschieden zu ordnen, verstanden (Desoete, Stock, Schepens, Baeyens & Roeyers, 2009, S. 253). Vielmehr ist damit die numerische Seriation gemeint, die das Ordnen von Zahlen ihrer Grösse nach beinhaltet. Desoete et al. (2009, S. 263) heben ausgehend von den Ergebnissen ihrer Längsschnittstudie mit 158 Kindern der Eingangsstufe den Zusammenhang von prozeduralem Zählwissen und Seriation als auch den Zusammenhang von konzeptuellem Zählwissen sowie der Fähigkeit zur Seriation und Klassifikation hervor. Zusammenfassend lässt sich somit festhalten, dass sich der sogenannte *number sense* (Jordan, 2007; Jordan, Kaplan, Locuniak & Ramineni, 2007) bzw. spezifisch numerische Vorkenntnisse – und davon insbesondere die Zählkompetenzen – als zentrale Voraussetzungen für die mathematische Entwicklung erwiesen haben (Garrote et al., 2015, S. 25).

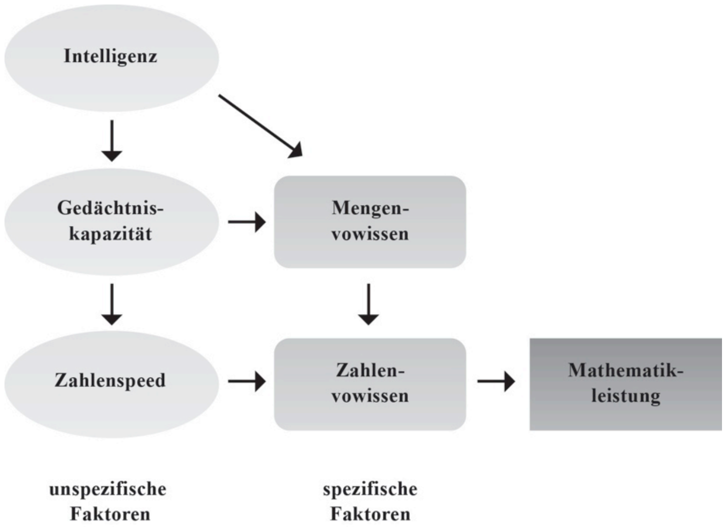

Abbildung 10: Einflussfaktoren der Mathematikleistung nach Krajewski (2005, S. 158)

In Bezug auf das Zahl-Grössen-Verknüpfungsmodell von Krajewski und Ennemoser (2013) (vgl. Abbildung 9, S. 82) bedeutet dies, dass die Ebene 1 „Basisfertigkeiten“ (Kenntnis von Zahlwörtern und Ziffern) und die Ebene 2 „einfaches Zahlverständnis“ (Verknüpfung von Zahlen und Mengen) als Ausgangslage für das mathematische Verständnis erachtet werden (Schneider et al., 2013, S. 66). Aufgaben zur Überprüfung dieser sogenannten Mengen-Zahlen-Kompetenz sind beispielsweise das Aufsagen der Zahlwortreihe (Ebene 1), das Zuordnen von Zahlen zu Mengen (Ebene 2) oder der Vergleich von Zahlen (Ebene 3) (ebd.).
Für die Bedeutung dieser mathematischen Grundlagen (d. h. Ebene 1 und 2 im ZGV-Modell) sprechen auch die Ergebnisse einer Längsschnittstudie aus Finnland mit 194 Vorschulkindern, in der sich die im Kindergarten erhobene Zählkompetenz als starker Prädiktor hinsichtlich der späteren Mathematikleistung in der ersten Klasse erwies, und zwar unabhängig vom jeweiligen Entwicklungsstand des Kindes (Aunola, Leskinen, Lerkkanen & Nurmi, 2004, S. 709).
Gersten, Jordan und Flojo (2005) benennen ausgehend von ihren Untersuchungsergebnissen neben den Zählkompetenzen auch den Grössenvergleich von Zahlen und die Ausprägung der Zählstrategien beim Rechnen (z. B. an Fingern zählen vs. verbales Zählen) als valide und reliable Prädiktoren für die mathematische Entwicklung.
Des Weiteren gelten auch wahrnehmungsbasierte Mechanismen zur schnellen Erfassung kleiner Mengen (bzw. Subitizing, vgl. S. 79) sowie approximative Mengenrepräsentationen als spezifische Vorläuferfertigkeiten der mathematischen Entwicklung (Lonnemann, Linkersdörfer & Lindberg, 2013; Schneider et al., 2013, S. 67).
Neben den eben genannten Studien, die sich vor allem auf den Schuleingangsbereich konzentrieren, gibt es auch Längsschnittuntersuchungen, die einen grösseren Entwicklungsraum in den Blick nehmen. Hier kann exemplarisch die US-

amerikanische Studie von Jordan, Kaplan, Ramineni und Locuniak (2009) genannt werden. Dort wurden die numerischen Kompetenzen von 378 Kindern zu Beginn des Kindergartens bis Mitte der ersten Klasse zu fünf Messzeitpunkten untersucht und eine letzte Leistungsmessung in der dritten Klassenstufe durchgeführt. Es zeigte sich, dass die im Kindergarten vorhandenen Kompetenzen sowohl die Entwicklung der Mathematikleistung zwischen der ersten und der dritten Klasse vorhersagen konnten als auch die mathematische Leistung in der dritten Klasse.
Aufgrund der Untersuchungsergebnisse von Krajewski (2008) ist somit davon auszugehen, dass Schwierigkeiten im Mathematiklernen vor allem auf Lücken im Mengen- und Zahlenvorwissen zurückzuführen sind. Damit verbunden interessiert, welche numerischen Kompetenzen Kinder und Jugendliche mit einer intellektuellen Beeinträchtigung mitbringen (vgl. Kapitel 4.3).
Zunächst werden die zentralen Bedingungen für den Erwerb der mathematischen Operationen zusammengefasst dargestellt.

Voraussetzungen für die Addition und Subtraktion
Es wurde bereits dargelegt, dass im Verlauf der Zählentwicklung (Fuson, 1988) anhand basaler Zählstrategien (z. B. *Weiterzählen* oder *Alles-Zählen*) einfache Rechnungen gelöst werden können. Ausgehend von Ergebnissen aus der kognitionspsychologischen Forschung fasst Tournaki (2003, S. 450) fünf solcher Strategien zusammen, die Schulanfängerinnen und -anfänger einsetzen, um einfache Additionsprobleme des Typs a + b = __ zu lösen. Das Zählen kann dabei sowohl an Objekten, den eigenen Fingern als auch je nach Strategie ausschliesslich verbal (laut/leise) erfolgen. In früheren Untersuchungen mit Kindergartenkindern sowie Erst- und Zweitklässlern konnte gezeigt werden, dass die *minimum addend strategy* (z. B. 3 + 6 wird gelöst, indem von 6 aus weitergezählt wird) die am meisten genutzte Zählstrategie darstellt (Tournaki, 2003):

- *count-all strategy (Alles-Zählen)*;
  beide Summanden werden ausgezählt (vgl. S. 78).
- *count-on strategy (Weiterzählen)*;
  ausgehend vom ersten Summanden wird weitergezählt.
- *also count-on strategy*;
  ausgehend vom zweiten Summanden wird weitergezählt.
- *maximum addend strategy*;
  es wird ausgehend vom kleineren Summanden weitergezählt.
- *minimum addend strategy*;
  es wird ausgehend vom grösseren Summanden weitergezählt.

(in Anlehnung an Tournaki, 2003, S. 450)

Ein wesentliches Ziel des mathematischen Erstunterrichts besteht später darin, diese Zählstrategien durch nicht zählende Strategien zu ersetzen, wobei die Ablösung vom zählenden Rechnen gerade Kindern mit Rechenschwierigkeiten schwerfällt und sie dafür besonderer (sonder-)pädagogischer Unterstützung bedürfen (Häsel-Weide, Nührenbörger, Moser Opitz & Wittich, 2013). Denn Rechenstrategien, die auf automatisierten Zahlzerlegungen beruhen und nicht zählend erfolgen, bilden die Grundlage für den Verständnisaufbau von mathematischen Operationen. Eine wichtige Voraussetzung stellt hierfür die Einsicht in Teil-Ganzes-Beziehungen dar, die bereits im Kindergartenalter spielerisch oder verbunden mit Alltagssituationen geübt werden kann (Benz et al., 2015, S. 156). In Bezugnahme auf das ZGV-Modell von Krajewski und Ennemoser (2013) (vgl. Abbildung 9, S. 82) wird damit deutlich, dass die Ebene 3 „tiefes Zahlverständnis" den Beginn der Rechenfertigkeiten und damit den Anfang des arithmetischen Verständnisses markiert (Schneider et al., 2013, S. 66). Im Hinblick auf Kinder mit einer IB muss jedoch berücksichtigt werden, dass diese die mathematischen Voraussetzungen im Unterschied zu Schülerinnen und Schülern ohne besonderen Bildungsbedarf nicht spontan erwerben, sondern auf spezifische Anleitung und Förderung angewiesen sind (Moser Opitz, 2008, S. 91). Dies verdeutlicht Baroody (1986) ausgehend von seinen Untersuchungsergebnissen folgendermassen:

> Unlike typical children who acquire counting and number skills spontaneously through everyday experiences, most children classified as moderately mentally handicapped may need remediation of basic informal skills, such as generating the count sequence and applying a cardinality rule, not to mention more sophisticated skills, such as producing a specified amount or establishing the equivalence or nonequivalence of two sets. (S. 295)

Im Hinblick auf das notwendige Professionswissen von SHP für den Mathematikunterricht von Kindern mit IB werden deshalb später in Kapitel 4.3 ausgewählte Untersuchungsergebnisse dargestellt, die sich hauptsächlich auf Lernende mit IB beziehen.

4.2.4 Modelle und Konzepte in Anlehnung an Piaget

Die Zahlbegriffstheorie nach Piaget hat sich auch auf die Gestaltung mathematischer Lehr- und Lernumgebungen ausgewirkt, wie von Moser Opitz (2008, S. 98-106) umfassend dargelegt. Piagets Werk hatte und hat aber nicht nur Einfluss auf mathematikdidaktische Konzeptionen; auch Lehrpläne (insbesondere jene der französischsprachigen Schweiz oder die sogenannten Kleinklassenordner bzw. Lehrpläne für die Sonderschule; vgl. Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung, 2003) orientieren sich bis heute an seiner Zahlbegriffstheorie. So werden insbesondere für die mathematische Förderung von Kindern mit IB ungeachtet der Kritik an Piagets Zahlbegriffstheorie (vgl. S. 74) noch immer Entwicklungsmodelle präferiert, die der lerntheoretischen Auffassung Piagets entsprechen (Garrote et al., 2015). Der Fokus solcher Konzeptualisierungen liegt dabei zumeist auf den sogenannten pränumerischen Kompetenzen. Diese betonen gemäss Piagets Zahlbegriffsverständnis die zentralen Aspekte der „logischen Operationen" (Piaget & Szeminska, 1975) (d. h. Mengenerhaltung und -invarianz, Klassifikation, Seriation, Eins-zu-eins-Zuordnung sowie Teil-Ganzes-Beziehungen und Klasseninklusion). Insbesondere Konzepte, die spezifisch für Kinder mit IB entwickelt wurden (so z. B. jenes von de Vries, 2014), ordnen neben den genannten Aspekten auch die Raum-Lage-Beziehungen und das sogenannte Körperschema dem pränumerischen Bereich zu (vgl. de Vries, 2010). Als Ausgangspunkt für die mathematische Entwicklung wird dabei die Wahrnehmung des eigenen Körpers verstanden, der in diesem Verständnis eine wichtige Bezugsgrösse darstellt, wie beispielsweise der Ausschnitt aus dem rheinland-pfälzischen Lehrplan für Schülerinnen und Schüler mit IB zeigt:

> Die Entwicklung des Zahlbegriffs beginnt mit der Orientierung im Raum. Das [sic!] diese wiederum vom eigenen Körper ausgeht, ist offensichtlich. Insofern enthält […] das Aktivitätsfeld […] „Ich bewege mich und nehme meinen Körper wahr" wichtige Kompetenzen, die als Grundlage zum Erwerb des Zahlbegriffs notwendig sind. (Ministerium für Bildung, 2001, S. 385)

Auch wenn dem Bereich *Raum und Form*, zu dem mitunter auch die eigene Körperwahrnehmung (wo ist oben, unten, vorne, hinten) gehört, eine wichtige Rolle im Mathematikunterricht zukommt (Benz et al., 2015, S. 167), gilt zu beachten, dass bis dato keine empirischen Belege für die Bedeutung des Körperschemas als Voraussetzung für das Rechnenlernen vorliegen. Dagegen wird von Zusammenhängen zwischen dem räumlichen Vorstellungsvermögen und dem Mathematiklernen berichtet, wobei vor allem ein Einfluss des Vorstellungsvermögens auf das Arbeitsgedächtnis vermutet wird (vgl. umfassend dazu Grüßing, 2012). Jedoch ist noch ungeklärt, welche Bedeutung dem visuell-räumlichen Vorstellungsvermögen genau zukommt und wie es sich letztlich auf die Rechenleistung auswirkt (Benz et al., 2015, S. 168; Dornheim, 2008). Des Weiteren konnte das räumliche Vorstellungsvermögen entgegen den übrigen (in der Abbildung 10 enthaltenen) Einflussfaktoren nicht als mathematische Vorläuferfertigkeit identifiziert werden (Krajewski, 2008). Damit verbunden wird angenommen, dass das Mengen- und ganz besonders das Zahlenvorwissen für die Mathematikleistung im Bereich *Zahlen und Operationen* von Bedeutung sind und Aspekte, die leitgebend für den Bereich *Raum und Form* sind (z. B. die Raumvorstellung), hinsichtlich der Entwicklung arithmetischer Fähigkeiten höchstens eine untergeordnete Rolle spielen.
Damit stehen Konzepte, welche die genannten Aktivitäten der *Pränumerik* als Voraussetzung für den Zahlbegriffserwerb und damit als notwendige Bedingung für den Umgang mit mathematischen Operationen (z. B. Addition und Subtraktion) erachten, im Widerspruch zu empirischen Erkenntnissen zu mathematischen

Vorläuferfertigkeiten. Als Beispiel hierfür kann das bereits erwähnte Konzept von de Vries (2014) genannt werden. Sie veranschaulicht das pränumerische Verständnis der Zahlbegriffsentwicklung mit dem sogenannten *Haus der Mathematik* (vgl. Abbildung 11).

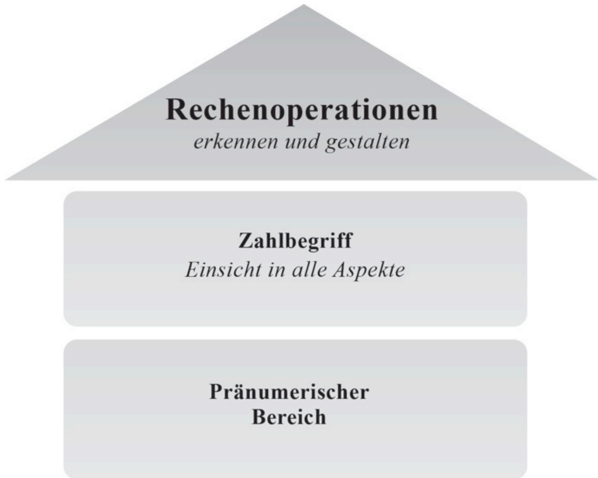

Abbildung 11: Haus der Mathematik nach de Vries (2014, S. 12)

Wie im Modell von de Vries (Abbildung 11) dargestellt, wird der pränumerische Bereich als Fundament für das Verständnis des Zahlbegriffs und für das spätere Rechnen erachtet. Ausgehend von diesem Verständnis werden Schwierigkeiten im Erwerb der mathematischen Kompetenzen oftmals auf Lücken im pränumerischen Bereich zurückgeführt (de Vries, 2010, S. 23). Zu den pränumerischen Kompetenzen gehören dabei nicht-numerische Aktivitäten wie Klassifikation, Reihenbildung, Ordnen sowie auch die Invarianz. Dies ist insofern problematisch, als dadurch eine abwartende Haltung und das Verweilen im – hier als elementar verstandenen – pränumerischen Bereich begünstigt wird, weshalb zentrale mathematische Lernerfahrungen nicht oder erst später gemacht werden können und somit die Heranführung an numerische Aktivitäten (zu) spät erfolgt. Verbunden mit der Kritik an Piagets Zahlbegriffstheorie ist zudem gerade das Festhalten an der Mengeninvarianz und der Klasseninklusion kritisch zu hinterfragen (Moser Opitz, 2008). Die Empfehlung Ginsburgs (1977) „don't waste time on the training on conservation" (S. 74; zitiert nach Moser Opitz, 2008, S. 51) könnte vor diesem Hintergrund dahingehend erweitert werden, dass von einem Verbleib im pränumerischen Bereich und dem damit verbundenen Verlust an bedeutender Entwicklungszeit generell abzusehen ist. Damit soll keinesfalls die Bedeutung wichtiger mathematischer Vorläuferfertigkeiten (wozu z. B. auch die Klassifikation, Seriation und die Einsicht in Teil-Ganzes-Beziehungen gehören) untergraben werden; vielmehr ist damit die Forderung nach einer dynamischeren Sichtweise verbunden, wie sie beispielsweise in aktuelleren Modellen, die auf empirischen Erkenntnissen basieren, aufgegriffen wird (vgl. Kapitel 4.2.2).

Das Handlungsschemata von Piaget lässt sich nach Hans Aebli (1923–1990), einem Schüler Piagets, wie folgt verdeutlichen: „Piaget […] spricht von ‚abstraction à partir de l'action', ‚von der Handlung ausgehende Abstraktion'. Zurück bleibt eine abstrakte Handlung, die wir ‚Operation' nennen" (Aebli, 2006, S. 205).
Leitgebend ist dabei der Gedanke, dass die Abstraktion ausgehend von eigenen handelnden Erfahrungen entsteht. Die Erkenntnisgrundlage basiert somit nicht auf den Objekten (wie z. B. Anschauungsmitteln), die für die Handlung eingesetzt werden, sondern erst in der handelnden Auseinandersetzung *mit* dem Material bzw. durch die Reflexion der vollzogenen Handlung (Hasemann & Gasteiger, 2014, S. 155). Eine weitere Konzeption, die sich an Piagets Handlungsschemata orientiert, ist Kutzers (1999) Werk der „Überlegungen zur Unterrichtssituation im Sinne strukturorientierten Lernens". Sein Konzept des „strukturorientierten Unterrichts" weist einen vierstufigen Verlauf zum Verinnerlichen der Sachstruktur auf:

- konkrete, strukturorientiere Handlungen,
- teilweise vorstellendes Handeln,
- vollständig vorstellendes Handeln,
- Umgang mit Erkenntnissen (Transfer, Generalisierung). (Hasemann & Gasteiger, 2014, S. 155)

Im Vordergrund steht damit der bewusste Prozess, der von einer konkreten Handlung hin zu einer mentalen Vorstellung führt (ebd.).

Basierend auf den entwicklungspsychologischen Erkenntnissen Piagets bildet die Grundlage von Kutzers (1999, S. 26) Unterrichtskonzept das sogenannte „Lernstrukturgitter" (vgl. Abbildung 12). Dieses soll es ermöglichen, den mathematischen Lernverlauf von Schülerinnen und Schülern – insbesondere von jenen mit besonderem Bildungsbedarf – zu beschreiben, indem es einerseits die Struktur des Curriculums und andererseits das Niveau der Lernenden abbilden soll. Ausgangspunkt bilden konkrete Handlungen, d. h. einfache Strukturen, die im Laufe des Lernprozesses durch die Überwindung von „Niveaustufen" letztlich auf die Beherrschung von Denkoperationen bzw. die Bewältigung komplexer Strukturen abzielen.

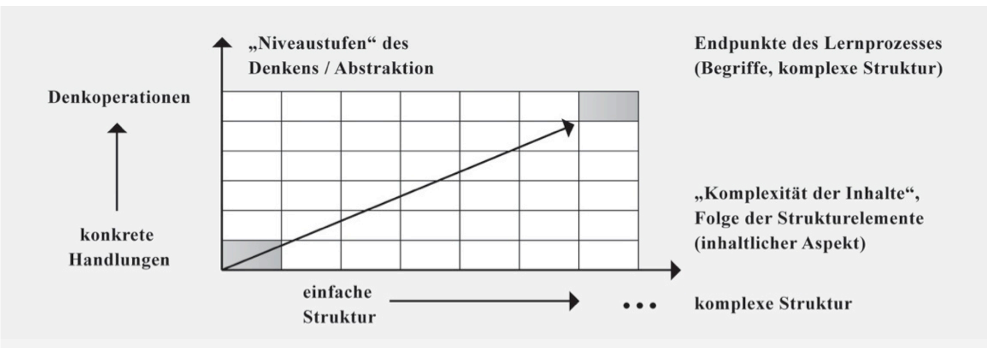

Abbildung 12: Lernstrukturgitter nach Kutzer (1999, S. 26)

Die Berücksichtigung des Lernstrukturgitters im Mathematikunterricht von Kindern mit IB, gerade auch im diagnostischen Bereich (so zu finden z. B. bei de Vries, 2010), ist insofern problematisch, als die Berücksichtigung pränumerischer Kompetenzen (z. B. der Invarianz) zu einer Fehleinschätzung bzw. zu einer Unterschätzung der mathematischen Fähigkeiten der Lernenden führen kann. Vor dem Hintergrund neuerer Entwicklungsmodelle (vgl. Krajewski & Ennemoser, 2013), die zeigen, dass der Zahlbegriffserwerb nicht streng hierarchisch abläuft, sondern das jeweilige Entwicklungslevel beispielsweise in Abhängigkeit des Zahlenraums variiert, ist zudem fragwürdig, ob ein solches Raster ein umfassendes Abbild des individuellen Lernstands darzustellen vermag und inwiefern es letztlich als Ausgangspunkt für die (sonder-)pädagogische Förderung genutzt werden kann. Daraus geht hervor, dass Modelle und Konzepte, die sich an Piagets Zahlbegriffstheorie orientieren, kaum geeignet sind, um – wie von de Vries (2010, S. 17) empfohlen – als „Orientierungshilfen“ für die Erfassung individueller Lernvoraussetzungen zu dienen.

Hinsichtlich Piagets Zahlbegriffstheorie und den daraus hervorgegangenen Konzeptualisierungen kann abschliessend festgehalten werden, dass ein „spezielles Training in logischen Operationen eher unnötig [ist], während ein gut strukturiertes Training von Zählkompetenzen nicht nur die Entwicklung dieser Fähigkeiten fördert, sondern auch die Grundlage für den Erwerb eines umfassenden Zahlbegriffs bildet“ (Krajewski et al., 2009, S. 21).

4.3 Studien zur mathematischen Kompetenz von Kindern und Jugendlichen mit intellektueller Beeinträchtigung

Im Rahmen von empirischen Untersuchungen zu den Mathematikkompetenzen von Schülerinnen und Schülern werden Lernende mit besonderem Bildungsbedarf (wie z. B. einer IB) häufig nicht berücksichtigt. Wie Garrote et al. (2015, S. 27) umfassend aufzeigen, sind die Gründe dafür vielfältig: Als Erstes weist die Personengruppe mit IB eine hohe Heterogenität auf und allfällige Erkenntnisse sind somit nur bedingt generalisierbar; weiter mangelt es an geeigneten Testinstrumenten zur Erfassung der Intelligenz sowie der Mathematikleistung von Personen mit IB und eine standardisierte Testdurchführung ist aufgrund verschiedener Aspekte (z. B. Konzentration, Verhalten) nicht immer möglich; als Letztes gehen mit Syndromen wie z. B. dem Down-Syndrom (vgl. Abdelahmeed, 2007) oder dem Fragilen-X-Syndrom (vgl. Murphy, 2009) teils spezifische Kompetenzprofile einher (Garrote et al., 2015, S. 27). Verbunden mit diesen Einschränkungen liegen – gerade hinsichtlich der Personengruppe mit IB – vergleichsweise wenig Forschungsergebnisse zu deren numerischen Kompetenzen vor. Vorhandene Studien, die den Fokus auf die Untersuchung der Mathematikkompetenzen von Kindern

und Jugendlichen mit IB legen, weisen mitunter zudem grosse Unterschiede bezüglich der Merkmale der untersuchten Personengruppe (z. B. Alter, Ausprägung der IB), der Methodenwahl und der Stichprobengrösse wie auch bezüglich der Begriffsverwendung zur Bezeichnung des Phänomens intellektuelle Beeinträchtigung auf (Moser Opitz et al., 2014, S. 22). Da der Grossteil der vorliegenden Studien aus dem angloamerikanischen Sprachraum stammt, wird – in Analogie zum deutschen Begriff *intellektuelle Beeinträchtigung* – nachfolgend teilweise der in den USA gesetzlich verankerte Terminus *intellectual disability* (ID) verwendet. Im Gegensatz zum internationalen Forschungsfundus liegen für den deutschsprachigen Raum bisher nur vereinzelt empirische Ergebnisse vor, wobei diese Untersuchungen mitunter auf geringen Fallzahlen basieren (z. B. Ezawa, 1996) oder auf indirekte Messmethoden (d. h. Lehrpersonenbefragung zur Einschätzung der Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler mit IB) zurückgreifen (z. B. Dworschak, Kannewischer, Ratz & Wagner, 2012).
Eine Ausnahme bildet die aktuelle Studie des Teams um Moser Opitz der Universität Zürich (Garrote et al., 2015; Moser Opitz et al., 2014; Schnepel et al., 2015), in der die mathematischen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern mit IB vor dem Hintergrund des Entwicklungsmodells der Zahl-Grössen-Verknüpfung (ZGV-Modell) von Krajewski und Ennemoser (2013) (vgl. Kapitel 4.2.2, Abbildung 9, S. 82) interpretiert werden. Nach einem Überblick über den internationalen Forschungsstand wird deshalb ausführlicher auf die Forschungsergebnisse der eben genannten Studie eingegangen. Dem ist anzumerken, dass insgesamt vorwiegend Untersuchungen berücksichtigt werden, die den Fokus auf die Entwicklung des Zahlbegriffs bzw. den Bereich *Zahlen und Operationen* legen und sich hauptsächlich auf Lernende mit einer leichten oder mittelgradigen IB beziehen (IQ zwischen 35 und 69; vgl. Tabelle 1, S. 68). Ausgewählte Ergebnisse von Interventionsstudien werden später im Zusammenhang mit der Darstellung von Unterrichtsmaterialien und -konzepten in Kapitel 4.4.3 präsentiert.
Auch wenn es, wie zu Beginn dieses Kapitels aufgezeigt, verschiedene mögliche Ursachen für das Forschungsdesiderat in diesem Bereich gibt, so erwies sich ein Argument – gerade auch im Hinblick auf die mathematische Förderung der Personengruppe mit IB – als besonders prägend: „This neglect may have been based on reports of the limited capacity of such students to acquire basic number concepts, resulting in a belief that they were not able to develop numeracy skills“ (Bashash, Outhred & Bochner, 2003, S. 326). Auch wenn dies inzwischen als hinreichend widerlegt gilt (z. B. Metaanalyse von Browder et al., 2008, S. 408), zeigt dies, dass die numerischen Kompetenzen von Kindern und Jugendlichen mit IB lange Zeit *unterschätzt* wurden, wobei diese „pessimistische“ Grundhaltung (Dehaene, 1999, S. 56; Baroody, Lai & Mix, 2006, S. 189) zusätzlich durch die Betonung des pränumerischen Bereichs (vgl. Kapitel 4.2.1) als Voraussetzung für

das Rechnenlernen verstärkt wurde und teilweise immer noch wird. Konkrete Hinweise entgegen der Annahme, dass Lernende mit IB keine numerischen Fähigkeiten entwickeln könnten, lieferte erstmals Baroody (1986): In seiner Untersuchung mit 100 Schülerinnen und Schülern mit leichter und mittelgradiger ID konnte er deren numerische Kompetenzen (v. a. Zählfertigkeiten, kardinales Verständnis, Objektezählen) nachweisen, wenngleich er eine grosse Leistungsstreuung feststellte. Auch seine späteren Untersuchungen (1988, 1999) weisen in die gleiche Richtung, wobei Baroody (1999, S. 66) im Rahmen seiner Metaanalyse subsumiert, dass auch Kinder mit ID Aufgaben lösen können, die ein tieferes Kardinalverständnis verlangen (z. B. Irrelevanz der Anordnung, Eins-zu-eins-Zuordnung, Bestimmen von Gruppen von Objekten), wenn auch je ab einem sehr unterschiedlichen Alter. Weiter wurde in den von Baroody (1999) berücksichtigten Studien nachgewiesen, dass Lernende mit ID über diverse Kenntnisse verfügen und verschiedene numerische Aktivitäten vornehmen können, so z. B. die Zuordnung von Zahlwörtern zu Mengen, die Kenntnis und die Schreibweise von Ziffern sowie teilweise die Umsetzung additiver Operationen, wobei wiederum grosse interindividuelle Unterschiede zu verzeichnen waren.

Studien zur Zählentwicklung
Erste empirische Erkenntnisse zu den numerischen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern mit IB im deutschsprachigen Raum lieferte die Studie der deutschen Forschungsgruppe um Dworschak (2012): Sie untersuchten in ihrer Erhebung anhand von Einschätzungsfragebögen für Sonderpädagoginnen und Sonderpädagogen die mathematischen Kompetenzen von 1629 Sonderschülerinnen und -schülern zwischen 6 bis 21 Jahren mit IB *indirekt*. Im Hinblick auf die Phasen der Zählentwicklung nach Fuson (1988) ergab die Einschätzung der Lehrpersonen, dass rund ein Viertel (24.4%) der Lernenden mit IB (noch) überhaupt nicht zählt, sich die Ganzheitsauffassung der Zahlwortreihe bei 7.2% der Lernenden feststellen lässt, die unflexible Zahlwortreihe bei 28.9%, die teilweise flexible Zahlwortreihe bei 10.6%, die flexible Zahlwortreihe bei 8.6% und die vollständig reversible Zahlwortreihe bei 20.3% (Ratz, 2012, S. 137). Aufgrund dieser Ergebnisse kann davon ausgegangen werden, dass sich die Phasen der Zählentwicklung auch bei Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen mit IB zeigen, wenn auch nicht gleichermassen ausgeprägt wie bei Schülerinnen und Schülern ohne besonderen Bildungsbedarf im jeweils gleichen Alter. In diese Richtung weisen auch die Ergebnisse einer australischen Studie, in der die Zählkompetenzen von 30 Sonderschülerinnen und -schülern im Alter zwischen 7 und 18 Jahren mit einer mittelgradigen ID (IQ zwischen 36 und 54) mittels Einzelinterviews *direkt* erhoben wurden (Bashash et al., 2003). Bashash, Outhred und Bochner (ebd.) folgern aus ihren Ergebnissen, dass sich die Schülerinnen und Schüler mit ID in ihrem

numerischen Entwicklungsverlauf (d. h. hier Erwerb der Grössenrelationen und Zählkompetenzen) nicht grundsätzlich von Lernenden ohne besonderen Bildungsbedarf unterscheiden, dieser jedoch einen markanten Rückstand von bis zu mehreren Jahren aufweist. Sie sprechen sich ausgehend von ihren Ergebnissen für eine Weiterführung der mathematischen Förderung im Jugend- und frühen Erwachsenenalter aus.

Kompetenzen von Kindern mit IB im Vergleich zu anderen Lerngruppen

Zu ähnlichen Untersuchungsergebnissen wie die vorab dargelegten Studien kommt auch die belgische Vergleichsstudie von Brankaer, Ghesquière und De Smedt (2011, 2013), welche die mathematischen Fähigkeiten zum Zahlen- und Mengenvergleich von einer Gruppe von Kindern mit ID (N = 26) und zwei Kontrollgruppen (eine altersentsprechende und eine kompetenzentsprechende Vergleichsgruppe, jeweils ohne besonderen Bildungsbedarf) untersuchten: Im Vergleich zu gleichaltrigen Kindern wiesen Schülerinnen und Schüler mit ID schlechtere Leistungen im Mengen- und Zahlenvergleich auf, wobei sich stärkere Unterschiede hinsichtlich des Grössenvergleichs von Anzahlen zeigten. Gegenüber jüngeren Kindern mit vergleichbarem Entwicklungsstand liessen sich jedoch keine Leistungsunterschiede feststellen, weshalb Brankaer et al. (2011) – analog zu den Folgerungen der vorab berichteten Untersuchungen – annehmen, „that the development of magnitude representations in children with MID [mild intellectual disability] is delayed, but not fundamentally different" (S. 2858). Somit gehen die Autoren und die Autorin von einer *Verzögerung* des Entwicklungsverlaufs anstatt von einem spezifisch-kognitiven Defizit bei Lernenden mit einer leichten ID im Bereich der Grössenrepräsentation aus (Brankaer et al., 2013, S. 3363).
Caffrey und Fuchs (2007, S. 119) stellen ausgehend von ihrer Zusammenschau von acht Studien, die sich mit dem Leistungsvergleich von Schülerinnen und Schülern mit ID und solchen mit einer Lernbehinderung (LB) beschäftigen, fest, dass Schülerinnen und Schüler mit ID in allen untersuchten Bereichen (wie z. B. Lesen und Mathematik) signifikant weniger Lernfortschritte aufweisen als Schülerinnen und Schüler mit einer LB mit durchschnittlicher Intelligenz. Bereits Parmar, Cawley und Miller (1994, S. 562) sprachen sich ausgehend von den Ergebnissen ihrer Vergleichsstudie zur Mathematikleistung von Kindern und Jugendlichen mit einer leichten ID (N = 206) und solchen mit einer LB (N = 295) in vier Bereichen (pränumerische Kompetenzen, Begriffsverständnis, Problemlösen/Begründen und Brüche) dafür aus, dass diese nicht als homogene Gruppen behandelt werden können.

Leistungsvergleich bezüglich verwendeter Rechenstrategien

Aufschlussreicher als Vergleichsstudien von gleichaltrigen Lernenden mit und

ohne IB sind dagegen Studien, die Kinder mit dem gleichen Entwicklungsalter untersuchen, zum Beispiel zur Verwendung von mathematischen Strategien bei Schülerinnen und Schülern mit IB und jüngeren Kindern ohne IB.
In einer spanischen Vergleichsstudie von 8- bis 12-jährigen Kindern mit IB (N = 35) und altersgemäss entwickelten 4- bis 5-Jährigen (N = 134) konnte nachgewiesen werden, dass die fehlerfreie Mengenbestimmung durch Abzählen Kindern in beiden Gruppen nicht immer gelang, wobei das Autorenteam den Problemgrössen-Effekt (d. h. mit zunehmender Zahlengrösse steigt auch die Aufgabenschwierigkeit) diesbezüglich als bedeutenden Einflussfaktor nennt (Carrasumada, Vendrell, Ribera & Montserrat, 2006): So konnten z. B. kleine Anzahlen mit bis zu sechs Objekten insgesamt deutlich häufiger richtig bestimmt werden als grössere Anzahlen mit bis zu neun Elementen (S. 149).
Differenzierte Ergebnisse liefert zudem auch die angloamerikanische Studie von Huffman, Fletcher, Bray und Grupe (2004), in der mittels mikrogenetischer[9] Methode über drei Monate lang die Verwendung von Additionsstrategien von 9 Kindern mit leichter bis mittelgradiger ID (3. bis 5. Klasse) und jenen von Kindergartenkindern ohne ID (N = 14) untersucht und verglichen wurden. Bei allen Kindern waren in den 12 Wochen Strategiewechsel zu verzeichnen, wobei sich die Strategien (z. B. alles zählen, weiterzählen, von eins beginnend zählen, ohne zählen; vgl. S. 86) der beiden Untersuchungsgruppen nicht unterschieden. Des Weiteren konnte bei Kindern beider Gruppen beobachtet werden, dass diese – wenn auch in unterschiedlichem Masse – die Zählprinzipien und einfache Additionsstrategien beherrschen sowie über Zahlvorstellungen verfügen. Huffman et al. (2004) halten zusammenfassend fest, dass *mehr Gemeinsamkeiten als Unterschiede* zwischen Kindern mit und ohne ID bestehen, zumal die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass Schülerinnen und Schüler mit ID gleichermassen zu korrekten oder falschen Ergebnissen kommen, sie die gleichen Strategien verwenden, ähnlich viele Strategiewechsel vollziehen und ihr Zahlenvorwissen ebenfalls als Prädiktor hinsichtlich der Richtigkeit der zu lösenden Additionsaufgaben fungiert, wie bei Kindergartenkindern mit vergleichbarem Entwicklungsstand auch. Das Team um Huffman (2004) folgert daraus, dass Kinder mit ID – sobald das notwendige Zahlenvorwissen vorhanden ist – ebenfalls in der Lage sind, einfache Additionsaufgaben zu lösen.

Bedeutung der Vergleichsstudien aus entwicklungspsychologischer Sicht
Auch wenn die numerischen Kompetenzen von Lernenden mit IB lange Zeit *un-*

[9] Die mikrogenetische Methode ist als Längsschnittdesign angelegt und hat die Erfassung des kindlichen Denkens zum Ziel (vgl. Pinquart, Schwarzer & Zimmermann, 2011). Anhand von Aufgabenbatterien, die an nah beieinander liegenden Untersuchungszeitpunkten vorgelegt werden, sollen Veränderungen in der Entwicklung bevor und während sie auftreten möglichst präzise abgebildet werden (ebd.).

terschätzt wurden (Baroody et al., 2006, S. 189), so sollten sie im Zusammenhang mit den soeben berichteten Forschungsergebnissen, die von einer Entwicklungs*verzögerung* ausgehen (Bashash et al., 2003; Brankaer et al., 2011, 2013), auch nicht fälschlicherweise *überschätzt* werden.

Die „*Delay*"- oder *„Similar structure"*-Hypothese (Sarimski, 2013b, S. 48) stösst insbesondere in der Entwicklungspsychologie nicht nur auf Zustimmung und könnte dahingehend missverstanden werden, dass Schülerinnen und Schüler mit IB früher oder später denselben Entwicklungsstand wie Lernende ohne Bildungsbedarf erreichen. Mit einem Blick in die Praxis ist ein solches Verständnis unter Umständen auch deshalb problematisch, da es zu falschen Vorstellungen und (zu) hohen Erwartungen (beispielsweise aufseiten der Eltern) führen kann.

Die vorab dargelegten Forschungsergebnisse werden deshalb so verstanden, dass bei Kindern mit und ohne IB eine *gemeinsame Entwicklungsabfolge*, zumindest in frühen Entwicklungsstadien, vorliegt. Gemäss der bevorzugten *„Similar sequence"*-Annahme (Sarimski, 2013b) ist es teilweise möglich, dass Entwicklungen von Kindern mit IB parallel zur „typischen" Entwicklung verlaufen, diese jedoch stark variieren, da „biologisch determinierte Anlagen die Fähigkeit zur Informationsverarbeitung in den jeweiligen Bereichen in sehr unterschiedlichem Masse beeinträchtigen können und geistige Behinderung [bzw. intellektuelle Beeinträchtigung] keine einheitliche Einschränkung aller Fähigkeiten darstellt" (S. 48). Dies bestätigt einerseits, dass Lernende mit IB in Abhängigkeit von personalen Faktoren eine hohe Heterogenität bezüglich (schulischer) Fähigkeiten aufweisen, und macht andererseits deutlich, dass von einer „reinen" Verzögerungstheorie abzusehen ist.

Ergebnisse der Querschnittstudie von Moser Opitz et al. (2014, 2015)

In einer Kooperationsstudie der Universität Zürich und der Universität Würzburg (Garrote et al., 2015; Moser Opitz et al., 2014) wurde das Testinstrument TEDI-MATH von Kaufmann et al. (2009) bei 109 Schülerinnen und Schülern mit IB aus der Schweiz und aus Deutschland eingesetzt. Leitend war dabei das Ziel, die untersuchten Kompetenzen der Lernenden mit IB im ZGV-Modell (vgl. Abbildung 9, S. 82) von Krajewski und Ennemoser (2013) einzuordnen, um letztlich die gewonnenen Erkenntnisse als Grundlage für die Konzeptualisierung künftiger Förderprogramme und -materialien für den Mathematikunterricht von Lernenden mit IB zu nutzen (Garrote et al., 2015, S. 19). Beim eingesetzten Instrument TEDI-MATH (Kaufmann et al., 2009) handelt es sich um einen Leistungstest zur Erfassung numerisch-rechnerischer Fertigkeiten, der auf Kindergartenstufe bis hin zur 3. Klasse eingesetzt werden kann und nicht spezifisch auf die Personengruppe mit IB ausgerichtet ist. Um zu überprüfen, ob sich das Testinstrument auch zur Messung der mathematischen Kompetenzen von Kindern und Jugendlichen mit IB

eignet, wurde vorab eine Pilotstudie durchgeführt, wobei der TEDI-MATH insgesamt als geeignet eingeschätzt wurde (Moser Opitz et al., 2014). Im Rahmen der explorativen Voruntersuchung wurden 16 Kinder mit einer leichten bis mittelgradigen IB zwischen 7 und 8 Jahren ausgewählt (9 aus der integrativen Regelschule, 7 aus der Sonderschule) und mit der Normstichprobe (bzw. der von 50% erreichten Punktzahl) verglichen (Moser Opitz et al., 2014, S. 27). Es zeigte sich, dass die untersuchten Kinder mit IB durchschnittlich über 40% der altersentsprechenden Aufgaben lösten, wobei ihre numerischen Kompetenzen im Hinblick auf das ZGV-Modell insbesondere auf den ersten beiden Ebenen (Basisfertigkeiten und einfaches Zahlverständnis) lagen. Die zugehörigen Untertests beinhalteten beispielsweise das Unterscheiden von Zahlen und Zahlwörtern von anderen Zeichen und Wörtern, den Vergleich von Ziffern und Zahlwörtern im Zahlenraum bis 20, das Lesen und Schreiben von Zahlen bis 10 sowie das Zählen von Objekten, wobei Letzteres den meisten Lernenden mit IB sehr gut gelang (Moser Opitz et al., 2014, S. 27). Schwierigkeiten zeigten sich dagegen bei Aufgaben, die Einsicht in Mengen- und Grössenrelationen voraussetzten, d. h. auf Ebene des tiefen Zahlverständnisses (z. B. bei Additions-, Subtraktions- und Multiplikationsaufgaben). Dem ist anzufügen, dass, sofern mathematische Operationen gelöst wurden, dies mittels Abzählstrategien geschah (ebd., S. 29).
Auch die Ergebnisse der Hauptstudie von Garrote, Moser Opitz und Ratz (2015) mit 109 Kindern und Jugendlichen mit IB (78 aus der Schweiz, davon 60 aus Sonderschulen, 18 aus integrativen Regelschulen und 31 aus deutschen Sonderschulen) im Alter zwischen 6 und 18 Jahren, zeichnen im Hinblick auf das ZGV-Modell von Krajewski und Ennemoser (2013) ein ähnliches Bild (vgl. Abbildung 13):

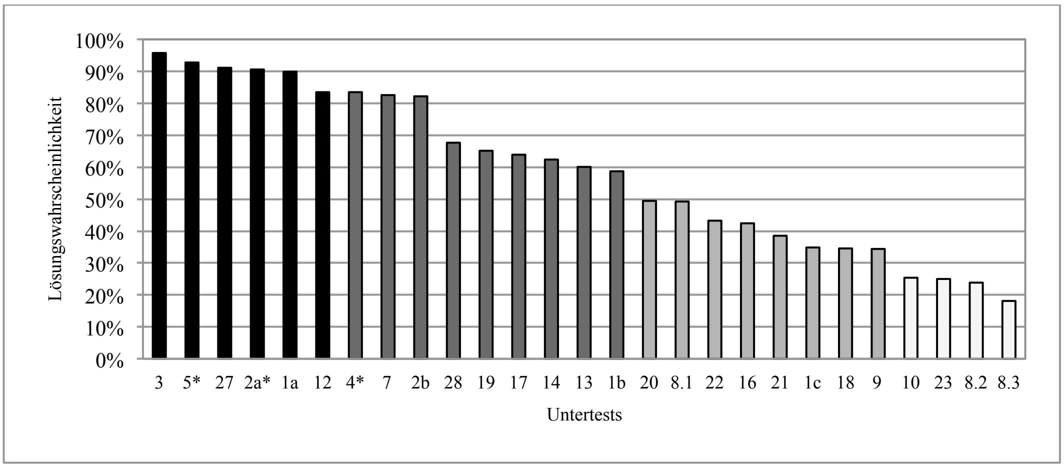

Abbildung 13: Numerische Kompetenzen von Lernenden mit IB im TEDI-MATH (Garrote 2015, S. 32)

Anmerkung: Die Untertests wiesen abgesehen von drei Ausnahmen (mit * gekennzeichnet) zufriedenstellende Reliabilitätswerte auf. Die ausführliche Übersicht über die Inhaltsbereiche des TEDI-MATH findet sich bei Garrote et al. (2015, S. 29), die dort festgelegte Nummerierung wurde hier beibehalten.

Wie die nach Grautönen abgestufte Gliederung veranschaulicht, weisen die Kinder und Jugendlichen mit IB wiederum auf der Ebene 1 der Basisfertigkeiten (links) die höchsten numerischen Kompetenzen auf, indem die Lösungswahrscheinlichkeit bei allen Untertests hier über 90% liegt. Immer noch über 80% beträgt die Lösungswahrscheinlichkeit bei Aufgaben zur unpräzisen Grössenrepräsentation, wogegen Aufgaben, die eine präzise Grössenrepräsentation verlangen, bereits weniger gut gelöst werden (Lösungswahrscheinlichkeit zwischen 68% und 59%). Aufgaben, die entsprechend Ebene 3 im ZGV-Modell (vgl. Krajewski & Ennemoser, 2013) ein tiefes Zahlverständnis voraussetzen (z. B. additive Zerlegung), erweisen sich als deutlich schwieriger (49% bis 34% Lösungswahrscheinlichkeit). Um differenziertere Aussagen machen zu können, wurden schwierigere Items, d. h. Rechenaufgaben und Aufgaben, die z. B. Einsicht in Relationen dreistelliger Zahlen verlangten, separat in einem vierten Bereich (rechts) dargestellt. Die Bewältigung solcher Aufgaben gelingt kaum, wie die Lösungswahrscheinlichkeit zwischen 25% bis 18% zeigt. Garrote et al. (2015, S. 34-35) erklären sich dies damit, dass Aufgaben aus diesem Bereich (z.B. Bündeln, Entbündeln und unvollständige Subtraktion) selbst für Regelschülerinnen und -schüler vergleichsweise anspruchsvoll sind (vgl. Moser Opitz, 2007).
Weiter wurde auch ein Untertest eingesetzt, um die Einsicht in die *Mengeninvarianz* zu prüfen (Garrote et al., 2015, S. 34), zumal diese in Anlehnung an Piaget und Szeminska (1975) insbesondere in pränumerisch orientierten Förderkonzepten für Kinder mit IB (vgl. Kapitel 4.2.1) als Voraussetzung für die Zahlbegriffsentwicklung verstanden wird. Ausgehend von der Lösungswahrscheinlichkeit von 42% folgern Garrote et al. (2015,), „dass die Einsicht in das Konzept der Mengeninvarianz deutlich schwieriger ist als viele spezifisch numerische Aufgaben" (S. 34), und üben damit verbunden Kritik an pränumerischen Konzepten wie beispielsweise jenem von de Vries (2014) oder dem „Yes we can"-Ansatz (Verein Hand in Hand, 2011).
Bedeutsam für die Praxis sind die Forschungsergebnisse der Gruppe um Moser Opitz (Garrote et al., 2015; Moser Opitz et al., 2014) insbesondere auch deshalb, da sie zeigen, dass nur ein kleiner Teil der Kinder und Jugendlichen mit IB über die Einsicht in Zahlbeziehungen verfügt und damit einhergehend die wenigsten dieser Schülerinnen und Schüler die Voraussetzung für die Grundoperationen mitzubringen scheinen (Garrote et al., 2015, S. 28).

4.4 Förderung im Kontext von intellektueller Beeinträchtigung

> Es fällt im Umgang mit Menschen mit GB […] oft schwer, sowohl angemessene Beschäftigungen im Alltag als auch für den Unterricht oder für eine Intervention geeignete Materialien zu finden, bei denen einerseits die speziell eingeschränkten kognitiven Komponenten der Performanz, des Wissenserwerbs, des Transfers und besonders der Metakomponenten und andererseits das Lebensalter sowie die Lebenserfahrung berücksichtigt werden. Das Zurückgreifen auf Materialien und Angebote für sehr junge Kinder ist meist den Bedürfnissen und Interessen der älteren Kinder […] nicht angemessen. (Nußbeck, 2008, S. 13)

Wie Nußbeck (2008) verdeutlicht, stellt die Auswahl geeigneter Arbeitsmittel und Veranschaulichungen für die Förderung von Lernenden mit IB sowohl hinsichtlich fehlender adäquater Angebote als auch bezüglich Aspekten, die mit dem besonderen Bildungsbedarfs einhergehen, eine Herausforderung aus professioneller Sicht dar. Der Mangel an adäquatem Fördermaterial wird auch auf internationaler Ebene beklagt (z. B. Browder et al., 2008). Vor diesem Hintergrund erstaunt es kaum, dass unterschiedlichste „Strömungen" bzw. Zugänge zu verzeichnen sind, wenn es um die Mathematikförderung von Kindern und Jugendlichen mit einer leichten bis mittelgradigen IB geht (vgl. Kapitel 4.4.2). Die aktive Auseinandersetzung mit (fach-)didaktischen Konzepten und deren Hintergründen stellt deshalb im Hinblick auf die Ausbildung von Sonderpädagoginnen und Sonderpädagogen ein wichtiges Element des Lernprozesses dar, wenn es darum geht, deklaratives Wissen in prozedurales Wissen umzuwandeln (Häußler, 2009, S. 253).

Allgemeine Ziele der Bildung von Kindern mit IB

Verbunden mit den *besonderen* Erziehungsbedürfnissen von Kindern mit IB wurden in der Heilpädagogik in der Vergangenheit von verschiedenen Seiten immer wieder Bildungsziele vorgelegt (Speck, 2012, S. 196). Dabei lassen sich zwei grobe Richtungen unterscheiden: kompetenzorientierte Ansätze mit dem Fokus auf Fähigkeiten (z. B. von der KMK in den Jahren 1979 und 1994; vgl. KMK, 1998) und ganzheitliche Herangehensweisen mit Betonung des Handlungs- und Erlebnisaspekts (Mühl, 1986b; Pitsch, 1999). Mit seinem Konzept des handlungsbezogenen Unterrichts hat Mühl (1986b) das vorherige Verständnis von Bildung bei Lernenden mit IB, das die „praktische Bildbarkeit" als Leitbild verfolgte, um die Ansicht erweitert, dass Menschen mit IB nicht nur in der Lage sind, vorgegebene Aufgaben auszuführen, sondern auch selbstbestimmte Handlungen vornehmen können. Dies führte insbesondere in Sonderschulen zur Betonung des praktischen und handlungsorientierten Lernens und einer Abwendung vom traditionellen Bildungsverständnis, das auf dem Erwerb der Kulturtechniken fusst.

Speck (2012, S. 197) versucht die beiden Ansätze miteinander in Bezug zu setzen und formuliert als Richtziele das „Menschlich-leben-Können" und die „personal-soziale Integration". Das erste Ziel beabsichtigt, dass Menschen mit IB „einerseits ihr

Kompetenzpotential entfalten können, andererseits […] anerkannte Mitglieder der Gesellschaft sind und ein Leben führen können, das seinen Sinn aus erlebter und verwirklichter *Menschlichkeit* schöpft“ (Speck, 2012, S. 197; Hervorhebung im Original). Das zweite Richtziel beinhaltet die Persönlichkeitsbildung durch personale Integration und die soziale Bildung durch gesellschaftliche Integration bzw. Inklusion. Auf dieser Grundlage benennt Speck vier Teilziele für die Erziehung und Bildung von Kindern mit IB (vgl. Abbildung 14): 1) Lebenszutrauen, 2) Lebensfertigkeiten, 3) Lebensorientierung und 4) Lebenshaltungen (Speck, 2012, S. 200).

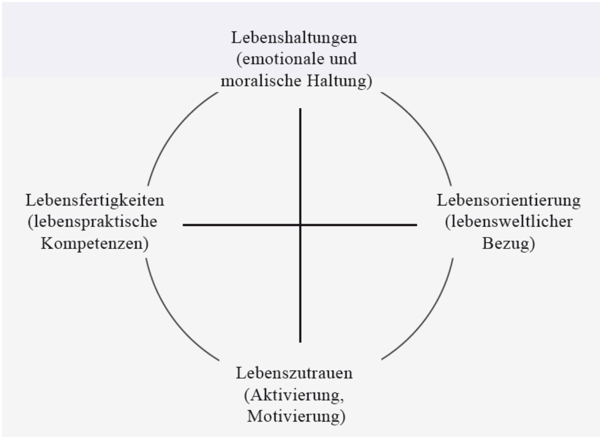

Abbildung 14: Zielgeflecht der Bildung von Lernenden mit IB in Anlehnung an Speck (2012, S. 208)

Die Horizontale steht für die Kompetenzebene, wozu auch das *Wissen und Können* gehört, wogegen die Senkrechte Aspekte von *Emotion und Ethik* beinhaltet. Das Teilziel der Lebensfertigkeiten umfasst mitunter „kognitive Techniken“, wozu auch mathematische Curricula wie der Umgang mit Mengen und Zahlen, das Erfassen von Ziffern und Zahlen sowie das Lösen von einfachen Denkaufgaben gehören (Speck, 2012, S. 204). Die Teilziele werden dabei als koordiniertes System verstanden, das die Komplexität der professionellen *sonder*pädagogischen Anforderungen verdeutlicht. Im Rahmen dieses Bildungsverständnisses gehört das mathematische Lernen zum Erwerb „lebenspraktischer Kompetenzen“ und stellt damit einen zentralen Bestandteil der schulischen Bildung von Kindern und Jugendlichen mit IB dar.

Ziele der mathematischen Förderung von Kindern mit IB

Die mathematische Bildung verfolgt an erster Stelle das Ziel, Kindern und Jugendlichen mit IB zu ermöglichen, „durch die aktive Auseinandersetzung mit mathematischen Problemen – auf welchem Niveau auch immer – mathematische Erfahrungen zu machen und sich dadurch mathematisch bilden zu können“ (Moser Opitz & Weiß, 2014, S. 5).

Die Erziehung und Bildung von Kindern und Jugendlichen mit IB stellt jedoch aus professioneller Sicht eine besondere Herausforderung dar, da es sich, wie bereits beschrieben, um ein „komplexes Phänomen“ (Speck, 2012, S. 53) handelt. Einhergehend mit dem besonderen Bildungsbedarf wird somit deutlich, dass eine *spezialisierte* Pädagogik (vgl. Speck, 2012) im Sinne der Sonder- bzw. Heilpädagogik gefordert ist. Die Bildbarkeit von Kindern und Jugendlichen mit IB wird dabei zu keinem Zeitpunkt infrage gestellt; vielmehr steht das Schaffen optimaler Lernbedingungen und damit verbunden die Wahl geeigneter Förderansätze und -materialien im Vordergrund, wie Antor und Bleidick (2001) in ihren Überlegungen verdeutlichen:

> Aus der Erfahrungstatsache, dass alle Menschen lernfähig sind und alle Menschen lernen müssen, um höhere Stufen ihrer menschlichen Entfaltung zu erreichen, resultiert zunächst eine Wenn-dann-Folgerung. Nur wenn Menschen Gelegenheit zum Lernen erhalten, wenn förderliche Bedingungen für einen erfolgreichen Bildungserwerb bereitgestellt werden, kann das Ziel menschlicher Entwicklung überhaupt ins Auge gefasst werden. Erziehung und Bildung sind dann nichts anderes als die Zurverfügungstellung von Entfaltungsmöglichkeiten. […] [Es] gilt […] somit, Lernbedingungen zu schaffen, die den jeweiligen Lernweisen und Bildungsmöglichkeiten entsprechen. (S. 12)

Hinsichtlich der vorliegenden Arbeit drängt sich deshalb die Frage auf, welche didaktischen und fachdidaktischen Bedingungen der mathematischen Förderung von Lernenden mit IB erfüllt sein müssen, um eine optimale Lernentwicklung zu ermöglichen. Die Ergründung des zugrunde liegenden Rahmenkonzepts der mathematischen Förderung von Kindern mit IB verlangt dabei die Auseinandersetzung mit Konzepten aus der Sonderpädagogik *und* der Mathematikdidaktik, weshalb nachfolgend Ansätze aus beiden Fachbereichen zusammengetragen und dargestellt werden.

4.4.1 Mathematikdidaktische Grundlagen und Konzepte

Vor dem Hintergrund, dass Kinder und Jugendliche mit IB zunehmend integrativ beschult werden (Sermier Dessemontet et al., 2011; vgl. Kapitel 2, S. 14), ist im Rahmen dieser Arbeit die Auseinandersetzung mit grundlegenden Konzeptualisierungen aus der mathematikdidaktischen Fachliteratur unabdingbar. Die Vermutung liegt nahe, dass verbunden mit den integrativen Bestrebungen vermehrt auch Ansätze und Materialien (z. B. Lehrmittel für den Regelschulbereich) Eingang in die Förderung von Lernenden mit IB finden. Dennoch gilt bei den nachfolgend dargestellten Ansätzen stets zu berücksichtigen, dass sich diese weder spezifisch noch ausschliesslich auf die Förderung von Kindern mit IB beziehen. Vielmehr werden diese Grundlagen als Ausgangspunkt für eine mathematische Förderung verstanden, die gemäss der multiperspektivischen Sichtweise sowohl Lern- als auch Lehrprozesse in den Blick nimmt und ein hohes Mass an Individualisierung aufweist.

Drei Dimensionen des Mathematikunterrichts

Ausgehend von kognitiv-konstruktivistischen und systemtheoretischen Denkansätzen verordnet Werner (2009, S. 23-40) den Mathematikunterricht in einem sozialen Kontext und versteht diesen als Kommunikations- und Interaktionsprozess zwischen den drei Bereichen Lehrperson, Lerninhalt und Schülerin bzw. Schüler. Dieses Verständnis von Mathematiklernen als interaktiven Prozess im sogenannten „didaktischen Dreieck“ gewann in den letzten dreissig Jahren breiten Zuspruch und setzte sich in der Mathematikdidaktik bis heute zunehmend durch (vgl. Bruder, Hefendehl-Hebeker, Schmidt-Thieme & Weigand, 2015; Hasemann, 1986; Hasemann & Gasteiger, 2014; Nührenbörger, 2009; Werner, 1999). Die konstruktivistische Grundhaltung erstreckt sich dabei nicht nur auf die Bildung von Kindern und Jugendlichen mit Rechenschwäche (vgl. Freesemann, 2014; Moser Opitz, 2008; Wittmann, 2001), sondern wird auch als Ausgangslage für die Förderung im Kontext intellektueller Beeinträchtigung erachtet (z. B. Ratz, 2009). Ausgehend von der dreidimensionalen Struktur des Mathematikunterrichts versteht Werner (1999, 2009) Schwierigkeiten beim Mathematiklernen aus einer multiperspektivischen Sichtweise. Auch wenn sich ihr Grundmodell (vgl. Abbildung 15) nicht explizit auf die Gruppe der Lernenden mit IB bezieht, weist ihr Verständnis von Unterricht Parallelen zum multidimensionalen Definitionsansatz des Phänomens intellektuelle Beeinträchtigung auf (vgl. Kapitel 4.1), indem der Fokus hier nicht ausschliesslich auf der Aneignungsebene bzw. dem kognitiven Entwicklungsstand des Individuums liegt, sondern auch auf dem sozialen Umfeld bzw. – im Rahmen der Schule – auf dem unterrichtlichen Kontext.

In ihrem Grundmodell unterscheidet Werner (1999, S. 473; 2009, S. 25) drei Komponenten, die den Mathematikunterricht und dessen Qualität massgeblich beeinflussen:

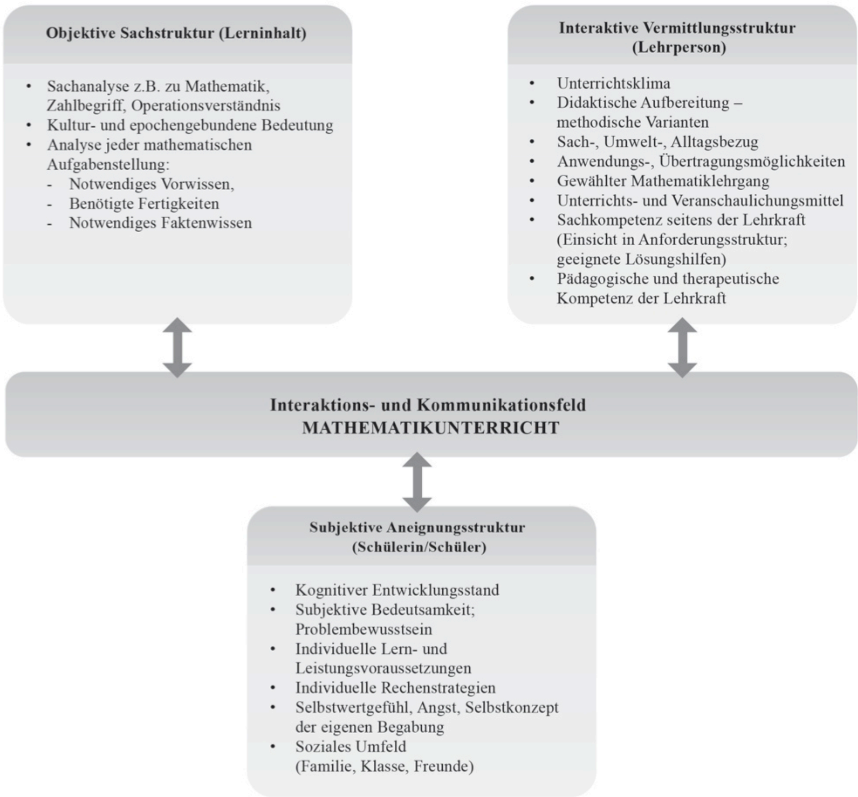

Abbildung 15: Interaktions- und Kommunikationsfeld Mathematikunterricht nach Werner (1999, S. 473)

Die Ebene des Lerninhalts bzw. der *Sachstruktur* umfasst „das Wesen der Mathematik“ (Werner, 2009, S. 26), wobei Letztere entsprechend dem konstruktivistischen Verständnis als kulturgebundenes Phänomen verstanden wird. Verbunden mit der Auffassung von Mathematik als Kulturgut werden auch Schwierigkeiten beim Mathematiklernern vor diesem Hintergrund verstanden (ebd., S. 22).

Als zweites Grundelement des Mathematikunterrichts ist die für die vorliegende Monografie besonders zentrale *Vermittlungsstruktur* zu nennen. Anhand des Einsatzes geeigneter Lehr-, Arbeitsmittel und Veranschaulichungen (vgl. Kapitel 4.4.2; 4.4.4) sollen nachhaltige Lernprozesse initiiert werden, wobei den Aspekten der Unterrichtsqualität eine wichtige Bedeutung zukommt (Werner, 1999). Anhand von herausfordernden Aufgaben, die sich an der nächsten Entwicklungszone orientieren, sollen „kognitive Konflikte“ (vgl. Vygotskij, 1978) ausgelöst werden, damit Lernende in Eigentätigkeit neues Wissen konstruieren bzw. ausdifferenzieren können (Baumert & Köller, 2000). Dies setzt aufseiten der Lehrperson ein hohes Mass an didaktisch-methodischer und fachlicher Kompetenz voraus und verdeutlicht, dass die Vermittlungsstruktur stark durch diese geprägt wird. Gemäss dem konstruktivistischen Lehr- und Lern-Verständnis kann die Lehrperson dabei unterstützend auf den Lernprozess einwirken, diesen aber nicht direkt steuern (Ufer, Heinze & Lipowsky, 2015, S. 418).

Auf der Ebene der Lernenden spielt die subjektive *Aneignungsstruktur* und somit das individuelle Denkvermögen der Schülerschaft eine bedeutende Rolle (Werner, 2009, S. 34). Folgende Leitfragen stellen nach Werner (2009) daher für die Unterrichtsvorbereitung wichtige Orientierungspunkte dar:

- Welche mathematischen Kenntnisse, Fähigkeiten, Fertigkeiten braucht ein Kind in welchen alltagspraktischen Bezügen, Kontexten?
- Wofür interessiert sich das Kind?
- Welche mathematischen Grundstrukturen lassen sich in seinen Handlungsabläufen erkennen? Welche mathematischen Vorerfahrungen z. B. hinsichtlich der Reihenbildung, Klassifikation, Symbolverständnis usw. bringt der Schüler mit?
- Wonach fragen Schüler? (S. 38)

Dabei gilt das konstruktivistische Grundprinzip, dass sich ein Kind beispielsweise den Zahlbegriff selber konstruiert und dieser das Resultat individueller Abstraktionsprozesse ist (Werner, 2009, S. 38-39). Wie bereits in Kapitel 4.4 dargelegt, gilt hierbei zu berücksichtigen, dass sich die Zahlbegriffsentwicklung der meisten Lernenden mit IB im Unterschied zu Schülerinnen und Schülern ohne besonderen Bildungsbedarf nicht spontan in der Auseinandersetzung mit Alltagserfahrungen ergibt, sondern diese dafür auf spezifische Förder- und Unterstützungsmassnahmen angewiesen sind (Moser Opitz, 2008, S. 91; Baroody, 1986, S. 295). Dabei kommt Förderansätzen und „Lernhilfen“ (z. B. Arbeitsmittel und Veranschaulichungen) eine wichtige Rolle zu. Diese werden deshalb im Kontext der mathematischen Förderung von Kindern mit IB ausführlicher thematisiert (vgl. Kapitel 4.4.2; 4.4.4).

Verständnisorientiertes Lernen im aktiv-entdeckenden Ansatz

Obwohl sich dieser Ansatz nicht spezifisch auf Lernende mit IB bezieht, wird er zunehmend auch in die Überlegungen zur mathematischen Förderung von Lernenden mit IB aufgenommen (Ratz, 2009; vgl. Kapitel 4.4.2, S. 111), weshalb nachfolgend die wesentlichen Aspekte dieser Sichtweise – ohne Fokus auf IB – dargelegt werden:
Die Konzeption des aktiv-entdeckenden Lernens beinhaltet das Schaffen von herausfordernden Lernsituationen und beinhaltet somit auch die Auseinandersetzung mit Aufgaben, die – z. B. aufgrund ihrer Komplexität oder Offenheit – nicht „rezepthaft“ gelöst werden können. Dies macht deutlich, dass ausgehend von dieser Auffassung der Eigenaktivität des Kindes eine bedeutende Rolle zukommt. Gemäss dem konstruktivistischen Lehr- und Lern-Verständnis gilt dabei das „verständnisvolle Lernen“ als Weg zum Ziel (Schipper, 2005, S. 1). Der Erwerb eigener Erkenntnismuster wird auch im Hinblick auf die Verankerung des Gelernten als zentral erachtet:

> Erst wenn sie [die Kinder] selbst die Dinge in ihrem Zusammenhang verstehen, können sie das neu Gelernte aktiv in ein Wissensnetz in ihrem Langzeitgedächtnis abspeichern. Hingegen wird mechanisch bzw. rezeptartig Gelerntes nicht in dieses Wissensnetz integriert und deshalb kurz nach dem „Lernen“ wieder vergessen. (Wellenreuther, 2010, S. 21)

Für den *Aufbau von Verständnis*, zum Beispiel bezüglich der Zahlzerlegung, spricht, dass die damit angestrebte Einsicht in Teil-Ganzes-Relationen ausbaubar und übertragbar ist und somit als Grundlage für die Erarbeitung grösserer Zahlenräume dient. Für den Aufbau von „echtem“ Verständnis wird dabei als unerlässlich erachtet, dass das Kind eigene Denkvorgänge vollzieht. Damit verbunden sollte die Lehrperson die Hilfestellungen adaptiv an die individuellen Lernvoraussetzungen des Schülers oder der Schülerin anpassen und nur gerade so viel Unterstützung anbieten, dass das Kind in der Lage ist, aus eigener Kraft die Lösungsschritte zu vollziehen (ebd., S. 22).

Zentrale Elemente des aktiv-entdeckenden Anfangsunterrichts

Einige der gängigen Lehrmittel für den Regelschulbereich (z. B. *Schweizer Zahlenbuch 1* (Wittmann & Müller, 2008a) weisen den Ansatz des aktiv-entdeckenden Lernens auf, wobei anzunehmen ist, dass diese ausgehend von den integrativen Bestrebungen zunehmend auch für die Förderung von Kindern mit IB verwendet werden. Vor allem aktuellere Lehrmittel – sowohl für den Vorschulbereich als auch für die Schuleingangsphase – orientieren sich dabei am Verständnis zentraler Aspekte des Anfangsunterrichts. Dieses beinhaltet nach Moser Opitz (2008, S. 111) gemäss dem Konzept des aktiv-entdeckenden Lernens folgende Vorgehensweise für den mathematischen Erstunterricht:

- ganzheitlicher Einstieg in den Zahlenraum 1–20 gleich zu Beginn des Schuljahres
- Aufbau des Zwanzigerraumes durch strukturierte Mengenbilder
- Einführen der Grundoperationen anhand des Zwanzigerfeldes
- operative Übungsformen (z. B. Erarbeiten der Additionsaufgaben im Zahlenraum 1–20 durch das Herstellen von Beziehungen zwischen den verschiedenen Aufgaben). (Moser Opitz, 2008, S. 111)

Ganzheitlich[10] meint dabei, dass keine kleinschrittigen Einschränkungen des Zahlenraums vorgenommen werden, sondern der Zahlenraum stufenweise eingeführt wird (zuerst bis 20, dann bis 100 usw.; vgl. z. B. *Schweizer Zahlenbuch 1/2* (Wittmann & Müller, 2008a; ebd., 2008b)). Dabei wird den Schülerinnen und Schülern stets ein Ausblick auf grössere Zahlen gewährt, auch wenn das Rechnen in diesem Zahlenraum (noch) nicht gelingt (Hasemann & Gasteiger, 2014, S. 105) oder beispielsweise ein Kind mit IB noch nicht in der Lage ist, so weit zu zählen.

Zu den wesentlichen Bestandteilen des mathematischen Erstunterrichts gehören neben der Begegnung von Zahlen im Alltag und dem Einbezug der Vorläuferfertigkeiten wie einfache Klassifikation, Seriation und Mengenvergleich durch Eins-zu-eins-Zuordnung auch die Zählkompetenzen (Moser Opitz, 2008, S. 122). Insbesondere Letzteren kommt hinsichtlich der Zahlbegriffsentwicklung eine zentrale Bedeutung zu – nicht aber als „Rechenstrategie“, sondern vielmehr in der Auseinandersetzung mit verschiedenen Zählaufgaben wie *verbales Zählen* (z. B. Vor- und Rück-

[10] Die *ganzheitliche* Zahlenraumerarbeitung im mathematikdidaktischen Sinn ist nicht zu verwechseln mit dem ganzheitlichen bzw. *sinnorientierten* Lernen, wie es z. B. Speck und andere (vgl. Kapitel 4.4) postulieren (Speck, 2012, S. 212-217).

wärtszählen, Zählen in Schritten, flexibles Zählen), *Zählen von Objekten* (Alltagsgegenstände-Zählen, Zählen durch Verschieben, Zählen durch Eins-zu-eins-Zuordnung usw.) oder der Mengenbestimmung, um das *kardinale Verständnis* zu fördern (Moser Opitz, 2008, S. 92-94). Diese Aktivitäten bilden mitunter die Grundlage für die Zahlbegriffsentwicklung und damit letztlich auch für eine gelingende Ablösung bzw. Ersetzung ineffektiver Zählstrategien, die sich gerade bei Kindern mit IB beobachten lassen (Moser Opitz et al., 2014, S. 29).

Unterrichtsprinzipien für die Förderung von Kindern mit und ohne IB
Neben mathematikspezifischen Komponenten sind im Mathematikunterricht auch fachübergreifende Prinzipien von Bedeutung. Diese bilden nach Helmke (2012) „Qualitätsbereiche des Unterrichts" ab, wobei sich diese kurz zusammengefasst wie folgt beschreiben lassen:

1. *Klassenführung*; meint jegliche Aktivitäten, die der Organisation der aktiven Lernzeit dienen: z. B. der Umgang mit Regeln, die Einteilung der Lernzeit und das vorausplanende Handeln.
2. *Klarheit und Strukturiertheit*; bezieht sich auf die Klarheit und Verständlichkeit der vermittelten Inhalte als auch der Aufbereitung und Vermittlung an sich. Dazu gehören auch Lernziele.
3. *Konsolidierung und Sicherung*; betont die Notwendigkeit des Wiederholens und Übens und verschiedene Varianten des Übens, die auf die Anwendung bzw. den Transfer ausgelegt sind.
4. *Aktivierung;* hierzu gehören verschiedene Formen wie z. B. die kognitive Aktivierung durch Selbststeuerung des Lernens oder die soziale Aktivierung durch kooperative Lernformen.
5. *Motivierung*; hier spielen Komponenten wie Erwartungen der Lehrperson, Förderung der Lernmotivation (extrinsisch/intrinsisch) und der Einbezug der Lebenswelt eine Rolle.
6. *Lernförderliches Klima*; bezieht sich auf alle Bereiche und umfasst Aspekte wie den Umgang mit Fehlern, die Optimierung des Unterrichtstempos und den Abbau von Leistungsängsten.
7. *Schülerinnen- und Schülerorientierung*; meint nicht nur die Berücksichtigung der Lernvoraussetzungen, sondern umfasst auch eine respektvolle Beziehung der Lernenden zur Lehrperson.
8. *Kompetenzorientierung*; legt den Fokus auf den Kompetenzerwerb als wesentliches Unterrichtsziel und beinhaltet Formen der Leistungsevaluation sowie die Orientierung an Standards.
9. *Umgang mit Heterogenität*; beinhaltet Prinzipien des adaptiven, individualisierenden und differenzierenden Unterrichtens mit dem Ziel des selbstständigen Lernens für alle Lernenden.
10. *Angebotsvielfalt*; meint Dimensionen methodischen Handelns auf allen Unterrichtsebenen von der Methode (z. B. Frontalunterricht) über Sozialformen bis hin zu Inszenierungstechniken.

(sinngemäss zitiert nach Helmke, 2012, S. 168-271)

Diese Prinzipien weisen grosse Überschneidungen mit den Unterrichtsprinzipien auf, die spezifisch für die Förderung von Kindern mit IB formuliert wurden (vgl. Speck, 2012; Stöppler & Wachsmuth, 2010). Somit können diese auch für den sonderpädagogischen Förderkontext als relevant erachtet werden.

4.4.2 Ansätze zur Förderung von Lernenden mit intellektueller Beeinträchtigung

Für den Unterricht von Kindern und Jugendlichen mit IB gibt es eine Vielzahl von

Förderkonzepten und -materialien. Grundsätzlich werden hinsichtlich der Bildung von Menschen mit IB zwei zentrale Förderansätze unterschieden: die *Entwicklungsorientierung* und die *Handlungsorientierung* (vgl. Speck, 2012). Diese beiden theoretischen Positionen lassen sich nicht eindeutig voneinander trennen, da sie mitunter auch Überschneidungen aufweisen. Daneben gibt es einerseits fachorientierte Ansätze zu verzeichnen, die sich spezifisch auf die Förderung von Kindern mit besonderem Bildungsbedarf und/oder einer IB ausrichten, wie der *pränumerische Ansatz*, der *„traditionell"-kleinschrittige Ansatz* und der *Ansatz des „zählenden Rechnens"*. Andererseits fand in jüngerer Zeit auch zunehmend der aus der allgemeinen Mathematikdidaktik stammende *aktiv-entdeckende Ansatz* Eingang in die Didaktik für Lernende mit IB (Ratz, 2009, S. 90-91; vgl. Moser Opitz, 2008). Nachfolgend werden diese zentralen Ansätze überblicksmässig dargestellt und abschliessend hinsichtlich ihrer Bedeutung für den Mathematikunterricht von Kindern mit IB kritisch diskutiert.

1) Entwicklungsorientierter Ansatz

Dieser Ansatz basiert auf der Annahme, dass die kindliche Entwicklung entlang von biologisch festgelegten Gesetzmässigkeiten verläuft und sich jene von Kindern mit IB dadurch kennzeichnet, dass hinsichtlich des Tempos und der Ausprägung bestimmter Funktionsbereiche Unterschiede zum „Normverlauf" bestehen (Fornefeld, 2004, S. 113). Als charakteristisch für den entwicklungsbezogenen Unterricht wird beispielsweise das Lernen in kleinsten Schritten (ausgerichtet am individuellen Entwicklungsstand), das Vermeiden von Überforderungen und das Anbahnen der „nächsten Zone der Entwicklung" (Vygotskij, 1978) genannt (Fornefeld, 2004, S. 113; Speck, 2012, S. 266).

Allerdings muss an dieser Stelle angemerkt werden, dass der *entwicklungsbezogene Ansatz* nur in Form von einzelnen Prinzipien (z. B. Vorgehen in kleinsten Schritten) in der mathematischen Förderpraxis von Lernenden mit IB verankert ist. Aus diesem Grund wird auf eine grundsätzliche Kritik dieses Ansatzes verzichtet (für kritische Anmerkungen zum Förderansatz als solchen vgl. Speck, 2012, S. 265). Im Mittelpunkt stehen im Rahmen dieser Arbeit vielmehr jene Ansichten und Konzepte, die einen direkten Bezug zum Mathematikunterricht von Kindern mit IB aufweisen bzw. darin Verwendung finden. Dazu gehört – basierend auf der entwicklungsorientierten Sichtweise – mitunter auch das kleinschrittige Vorgehen. Dieses findet sich insbesondere in mathematikdidaktischen Überlegungen im Hinblick auf die Förderung von Kindern mit besonderem Bildungsbedarf wieder, weshalb dieser Ansatz im Anschluss an das Modell des handlungsbezogenen Unterrichts und den pränumerischen Förderansatz beschrieben wird (vgl. S. 110).

2) Handlungsorientierter Ansatz

Entsprechend dem Begriff liegt der Fokus dieses Förderansatzes auf dem Handeln in realen Lebenssituationen, wobei im Zentrum der „Erwerb von *Handlungskompetenz* über eigene *Aktivität* und *Erfahrung* [steht]“ (Speck, 2012, S. 267; Hervorhebung im Original). Wie bereits im vorherigen Kapitel 4.4.1 erwähnt, hat sich in der Didaktik für Lernende mit IB insbesondere das Konzept des handlungsbezogenen Unterrichts von Mühl (1986b) hervorgetan. Aus seiner Sicht stellt die Handlungsfähigkeit ein zentrales Entwicklungsziel im Unterricht von Lernenden mit IB dar (Speck, 2012, S. 267). Dabei werden unter dem Begriff der Handlungsfähigkeit jene Kompetenzen zusammengefasst, die letztlich zu einer erfolgreichen und weitestgehend selbstständigen Bewältigung des Lebens befähigen. Ausgehend von einer „basalen Lernförderung“ soll so mit zunehmender Handlungsbezogenheit auch die Erarbeitung anspruchsvoller Inhalte möglich werden, wie folgende Aussage von Fornefeld (2004) verdeutlicht: „Da Menschen mit geistiger Behinderung Schwierigkeiten im Erlernen abstrakter Sachverhalte haben, ist für sie handlungsbezogenes Lernen wichtig. Der realitätsnahe Unterricht bietet ihnen situationsgerechte und individuellen Fähigkeiten entsprechende Handlungsmöglichkeiten“ (S. 114). Damit wird deutlich, dass der handlungsorientierte Ansatz sowohl auf das ganzheitliche Lernen bzw. auf das Lernen in Situationen abzielt als auch auf das lebenspraktische Lernen, indem die Bedeutung des Lebensweltbezuges hervorgehoben wird (Speck, 2012, S. 268). Die Umsetzung dieses Ansatzes kann nach Mühl (2000, S. 109) beispielsweise im handlungsbezogenen Gelegenheitsunterricht, der handlungsbezogenen Einzelförderung oder dem projektorientierten Unterricht erfolgen. Als Projekte gelten dabei unterschiedlich umfangreiche Vorhaben, die vom Schuhebinden bis hin zur Planung und Durchführung einer Lagerwoche reichen können. Ein wesentliches Merkmal solcher Vorhaben ist dabei stets eine Zielsetzung, die als Handlungsziel formuliert wird, zum Beispiel „Wir reparieren ein Fahrrad“ (ebd., S. 110). Im Hinblick auf den Mathematikunterricht zeigt sich der Unterschied zwischen dem entwicklungsorientierten und dem handlungsorientierten Ansatz somit darin, dass weniger das Nachahmen und das Lernen in kleinen Schritten im Vordergrund stehen, sondern es vielmehr um die selbstständige Suche und Gestaltung von Lösungswegen geht (ebd.).

3) Pränumerischer Ansatz

In der Pädagogik für Menschen mit IB lassen sich drei verschiedene – wenn auch zum Teil miteinander verwobene – mathematikdidaktische Förderansätze identifizieren. Der bereits vorgestellte pränumerische Ansatz sowie die daraus hervorgegangenen Konzepte (vgl. Kapitel 4.2.4) gehen dabei zurück auf die Zahlbegriffstheorie von Piaget und Szeminska (1975) und verstehen die Pränumerik als Voraussetzung für das weitere Mathematiklernen. Dieser Ansatz ist mitunter auch in

Lehrplänen für den Unterricht von Kindern und Jugendlichen mit IB vertreten, zum Beispiel im Bayerischen Lehrplan zum „Förderschwerpunkt Geistige Entwicklung“ (FGE), der deutschen Bezeichnung für den Förderbereich von Lernenden mit IB:

> Die Bereiche Mengen und Zahlen, Operationen, Zahlenraum und Grössen sollen den fachdidaktischen und lebenspraktischen Anforderungen entsprechend miteinander verknüpft werden. Die Inhalte aus dem pränumerischen Bereich gelten als Voraussetzung für den Umgang mit Zahlen, Operationen und Grössen in unterschiedlichen Zahlenräumen. (Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung, 2003, S. 164)

Diese theoretische Positionierung findet sich in der Fachliteratur zur mathematischen Förderung von Kindern mit IB nicht nur im deutschsprachigen Raum (vgl. Kutzer, 1999; de Vries, 2014), sondern ist vor allem auch im französischsprachigen Teil der Schweiz vertreten (vgl. Henriques-Christofidès, 1997, 2003). Wie bereits in Kapitel 4.2.4 aufgezeigt, werden ausgehend von dieser Sichtweise insbesondere die Entwicklung des Körperschemas und damit verbundene wahrnehmungsbezogene Fähigkeiten (neben anderen Aspekten der Pränumerik) als wichtige Voraussetzung für das Rechnenlernen erachtet (vgl. de Vries, 2010). De Vries (2014) veranschaulicht diesen Ansatz mit dem sogenannten „Haus für Mathematik“ (vgl. Abbildung 11, S. 89). Als notwendige Voraussetzung für die Erarbeitung des Zahlbegriffs und der Rechenoperationen nennt de Vries (2010) basierend auf ihrem Modell folgende pränumerische Aspekte:

- Körperschema
- Gruppen nach Gebrauchswert sortieren
- Merkmale von Gegenständen
- Gruppen nach erarbeiteten Merkmalen ordnen
- Raum-Lage-Beziehungen
- Reihenbildung
- Gleichheit von Gegenstandsmengen erfassen
- Stück-für-Stück-Zuordnung
- Invarianz erkennen. (S. 34)

Auch wenn die Klassifikation und die Seriation sensu Piaget (vgl. Kapitel 4.2.1) in der Auflistung enthalten sind, muss festgehalten werden, dass die für die mathematische Entwicklung bedeutsame numerische Seriation (d. h. das Ordnen von Zahlen ihrer Grösse nach; vgl. S. 84) sowie das Zählen als wichtige Schlüsselkompetenzen (vgl. Desoete et al., 2009) fehlen. Dies verdeutlicht, dass gemäss diesem Ansatz einerseits Aspekte (wie z. B. die räumliche Wahrnehmung) als Voraussetzungen für das mathematische Lernen genannt werden, die empirisch nicht als spezifische Vorläuferfertigkeiten abgesichert werden konnten (vgl. Kapitel 4.2.3; 4.2.4). Andererseits wird ersichtlich, dass nicht explizit auf die Bedeutung der Zählkompetenzen für die Zahlbegriffsentwicklung hingewiesen wird, obwohl sich diese ausgehend von Untersuchungsergebnissen zum Schuleingangsbereich (Desoete et al., 2009; Dornheim, 2008; Jordan et al., 2007; Krajewski, 2005; Krajewski, 2008) als spezifischer Prädiktor für die Entwicklung mathematischer Kompetenzen erwiesen haben. Neben den eben genannten Kritikpunkten kann mit Bezug zur bereits dargelegten kritischen Auseinandersetzung mit Piagets Zahlbegriffstheorie und der Betonung des pränumerischen Bereichs bzw. dem *pränumerischen Ansatz* (vgl. Kapitel 4.2.1, S. 74) abschliessend das Fazit gezogen werden, dass das an der Pränumerik ausgerichtete Verständnis im Widerspruch zum aktuellen Forschungsstand hinsichtlich des Zahlbegriffserwerbs sowie den daraus hervorgegangenen Konzepten steht (vgl. Kapitel 4.2.2).

4) „Traditionell"-kleinschrittiger Ansatz

Dieser Ansatz fusst auf den Leitideen von Bleidick und Heckel (1970) für damalige „Hilfsschulen". Das Konzept basiert auf der Annahme, dass umso grösser die Lernschwierigkeiten des Kindes sind, desto kleiner müssten die Lern- und Fördereinheiten sein und „desto weniger sei das Kind in der Lage, sich mit Aufgaben auseinanderzusetzen, die ‚höhere' Fähigkeiten wie Mathematisieren, Problemlösen, Argumentieren und Formulieren erfordern" (Wittmann, 2001, S. 2). Verbunden damit wurden insbesondere für Kinder mit mathematischen Lernschwierigkeiten kleinschrittige Konzepte entwickelt, die auf kleine Zahlenräume z. B. von 0 bis 6 oder von 1 bis 10 beschränkt sind. Exemplarisch können hier Förderprogramme und -materialien des Heilpädagogischen Lehrmittel-Verlags (HLV) aus der Schweiz genannt werden, z. B. *Erstes Rechnen von 1-10* für Sonderschülerinnen und Schüler von Aeschbach (1997) oder die neueren Unterrichtsmaterialien *Rechnen ohne Stolpersteine* aus Deutschland (Band 1A *Zahlenraum von 0-3*, Band 1B *Zahlenraum von 4-6*) von Kistler und Schneider (2011, 2013), entwickelt für den Unterricht an Förder- bzw. Sonderschulen.

Es gibt jedoch verschiedene Gründe gegen die kleinschrittige Erarbeitung des Zahlenraums: So spricht die Auffassung des aktiv-entdeckenden Lernens nicht für das Lernen in „kleinsten" Schritten, sondern für die ganzheitliche Erarbeitung des Zahlenraums (vgl. Kapitel 4.4.1). Auch wenn bezüglich der mathematischen Förderung von Lernenden mit IB festgehalten werden muss, dass im Hinblick auf Formen des aktiv-entdeckenden Lernens ein Forschungsdesiderat zu beklagen ist (vgl. Ratz, 2009), spricht für die ganzheitliche Vorgehensweise, dass – wie bereits in Kapitel 4.3 anhand verschiedener Studien aufgezeigt – auch Kinder und Jugendliche mit IB über bemerkenswerte numerische Kompetenzen verfügen. In Anbetracht des ZGV-Modells von Krajewski und Ennemoser (2013) muss zudem festgehalten werden, dass die „künstliche" Eingrenzung des Zahlenraums (z. B. von 0-6) die Verbindung des Anzahl- und Zählaspekts nicht in gleicher Weise ermöglicht, wie dies bei der ganzheitlichen Zahlenraumeinführung geschieht (vgl. Hasemann & Gasteiger, 2014, S. 93). Ein weiterer wesentlicher Kritikpunkt ist, dass sich der kleinschrittige Ansatz weniger gut mit der Dezimalstruktur vereinbaren lässt. Die ganzheitliche Anbietung des Zahlenraums ist hier auch insofern von Vorteil, als die Zehnerstruktur zumeist in Arbeitsmitteln und Veranschaulichungen, die sich für die mathematische Förderung von Kindern mit IB eignen (vgl. Kapitel 4.4), wiederzufinden ist.

5) Ansatz des „zählenden Rechnens"

Dieser Ansatz beinhaltet die Vermittlung des Abzählens an den eigenen Fingern oder an spezifisch dafür vorgesehenen Materialien als Rechenstrategie. Gemäss dieser didaktischen Vorgehensweise wird mittels „körpernaher" Methoden das zählende Rechnen gefördert, zum Beispiel beim US-amerikanischen Konzept TouchMath (Bullock, 2002) oder auch beim „Yes we can"-Ansatz (Verein Hand in Hand, 2011), der spezifisch für Kinder mit Down-Syndrom entwickelt wurde. Den Förderansatz des zählenden Rechnens verfolgt auch das deutschsprachige „Rechenkonzept Besta" (Staub-Verhees, 2010) aus der Schweiz, das trotz Fünferstrukturierung selbst das Abzählen von einfachsten Rechnungen nahelegt. Ausgehend von diesem Ansatz wird häufig der Vorteil des Bezugs des Mathematikunterrichts zum eigenen Körper hervorgehoben und die Bedeutung des „multisensorischen" Lernens betont (vgl. Bullock, 2002). Daneben gibt es auch Materialien, die anhand von strukturierten Darstellungen von Mengen im Zahlenraum bis 10 oder 20 als Abzählhilfen dienen. Als Beispiele sind hier die Kieler Zahlenbilder (Rosenkranz, 1992) oder Numicon (Atkinson, 2006) zu nennen (vgl. Garrote et al., 2015, S. 25).

Konzepte, die den Ansatz des zählenden Rechnens befolgen, werden jedoch gerade im Hinblick auf Schülerinnen und Schüler mit IB kritisiert (vgl. ebd.; Moser Opitz et al., 2014; Schnepel et al., 2015): Denn während die Erarbeitung des Verständnisses für Grössenrelationen als Teil des einfachen Zahlverständnisses (vgl. ZGV-Modell Abbildung 9, S. 82) ausbaufähig ist, bleiben die verfestigten Zählstrategien, die beim zählenden Rechnen verstärkt werden, nur begrenzt nutzbar. Das zählende Rechnen „greift" somit in grösseren Zahlenräumen nicht mehr und stellt zudem eine äusserst fehleranfällige Strategie dar. Konzepte, die auf dem Ansatz des zählenden Rechnens basieren (vgl. TouchMath (Bullock, 2002); „Yes we can" (Verein Hand in Hand, 2011); Besta (Staub-Verhees, 2010)) sind aus einem weiteren zentralen Grund kritisch zu hinterfragen: Gerade wenn Lernende Schwierigkeiten bei der Ablösung vom zählenden Rechen aufweisen, sind sie auf Konzepte und Arbeitsmittel angewiesen, die helfen, die Zählstrategien zunehmend *abzulösen,* anstatt diese zusätzlich zu verstärken (Häsel-Weide et al., 2013, S. 6).

6) Ansatz des aktiv-entdeckenden Lernens bei intellektueller Beeinträchtigung

Im aktuellen mathematikdidaktischen Diskurs wird die Auffassung vertreten, dass der Ansatz des aktiv-entdeckenden Lernens sowohl für Kinder ohne als auch mit einem besonderen Bildungsbedarf geeignet ist (Hasemann & Gasteiger, 2014, S. 156). Was das für den Mathematikunterricht von Kindern mit IB heisst, ist bisher noch kaum ausgeführt worden. Hinweise dazu finden sich bei Ratz (2009, S. 90-91), der ausgehend vom uneinheitlichen und eher dürftigen Forschungsstand folgende zu berücksichtigende Punkte hervorhebt:

- Das *Vorwissen* spielt eine tragende Rolle in der Förderung von Kindern mit IB und muss deshalb besonders sorgfältig erhoben werden (ebd.).
- Das *konzeptionelle Verständnis* bildet nach Ratz (2009, S. 91) die Grundlage für den Erwerb von „adaptive expertise" (Baroody, 1999), d. h. von flexibel anwendbaren Problemlösestrategien. Laut Baroody (ebd.) haben jedoch gerade Lernende mit IB Schwierigkeiten damit, „Instruktionen, die nicht im Kontext und [somit] bedeutungslos sind, als solche zu erkennen und sind deshalb eher geneigt, passiv und hilflos zu lernen" (Baroody, 1999, S. 90; übersetzt und zitiert nach Ratz, 2009, S. 91). Dies spricht für den Aufbau von „echtem" Verständnis und gegen die Vermittlung rezepthafter Strategien wie beispielsweise des zählenden Rechnens.
- Weiter wird die Bedeutung des *sinnvollen Übens* für Kinder mit IB betont (Baroody, 1999, S. 91), um einerseits zur Entlastung des Arbeitsgedächtnisses beizutragen und andererseits die Lernmotivation zu erhalten (Ratz, 2009, S. 91).

Das bedeutet, dass auch Kinder mit IB die Möglichkeit erhalten sollen, Lerninhalte in aktiver Auseinandersetzung mit diesen zu erwerben. Studien weisen allerdings darauf hin, dass diese Kinder in besonderem Mass auf strukturierte Unterstützungsmassnahmen angewiesen sind (Browder et al., 2008).

Folgerungen für die mathematische Förderung von Kindern mit IB

Im Hinblick auf den *handlungsorientierten Ansatz* ist als Erstes zu fragen, was mit „Handeln" und „Handlungsfähigkeit" gemeint ist. Wird Handeln als „bewusstes, kontrolliertes, zielgerichtetes Tun" (Mühl, 1986a, S. 66) verstanden, so stellt sich die Frage, ob dies ein realistisches bzw. tatsächlich erreichbares Ziel für alle Lernenden mit IB darstellt (ebd.). Denn mit Blick auf die heterogenen Ausprägungen von IB bleibt offen, ob alle Kinder und Jugendlichen mit IB in der Lage sind, lebensnahe und handlungsorientierte Lernsituationen dahingehend zu nutzen, dass sie letztlich die kognitive Entwicklung „vom Konkreten zum Abstrakten" vollziehen können. Trotz der Kritik muss bezüglich der mathematischen Förderung von Lernenden mit IB aber auch festgehalten werden, dass das handelnde Lernen – beispielsweise unter Einbezug geeigneter Arbeitsmittel und Veranschaulichungen – durchaus von Bedeutung für die Lernentwicklung dieser Kinder und Jugendlichen ist. Denn gerade Schülerinnen und Schülern mit IB sind auf Strukturen angewiesen, die ihnen eine aktive Auseinandersetzung mit mathematischen Sachverhalten ermöglichen (Browder et al., 2008). Was aber bedeutet dies für die mathematische Förderung? Mögliche Hinweise

liefern hier beispielsweise Garrote, Moser Opitz und Ratz (2015, S. 38-39), die ausgehend von ihrer Querschnittstudie zu den mathematischen Kompetenzen von Kindern und Jugendlichen mit IB (vgl. Kapitel 4.3) vor dem Hintergrund des ZGV-Modells (Krajewski & Ennemoser, 2013) die Bedeutung des einfachen Zahlverständnisses für das mathematische Lernen betonen, da die präzise Grössenrepräsentation eine wichtige Voraussetzung zum Umgang mit Zahlen und Anzahlen im Alltag darstellt. Wichtig für die Bewältigung lebenspraktischer Aufgaben bilden demnach Lernaktivitäten, bei denen die Verbindung von Zahlen und Anzahlen im Vordergrund steht (Garrote et al., 2015, S. 39; vgl. Brankaer et al., 2013). Das Vollziehen von Abstraktionsprozessen bedingt somit die Erarbeitung von Verständnis für Zahl-Grössen-Verknüpfungen (vgl. Krajewski & Ennemoser, 2013) als Fundament für das weitere mathematische Lernen.
Somit kann festgehalten werden, dass Konzepte, die den Ansatz des zählenden Rechnens befolgen (z. B. „Yes we can“ (Verein Hand in Hand, 2011) oder TouchMath (Bullock, 2002)), die Erarbeitung des Zahlbegriffsverständnisses nur unzureichend ermöglichen, „da wichtige Ziele mathematischer Bildung und insbesondere die Erarbeitung der Voraussetzungen für das Addieren und Subtrahieren ausser Acht gelassen werden“ (Garrote et al., 2015, S. 25).

Mathematiklehrmittel mit unterschiedlichen Förderansätzen
Ausgehend von den vorab dargelegten Förderansätzen stehen für den Unterricht von Lernenden mit IB zahlreiche Lehr- und Lernmaterialien zur Verfügung. Insbesondere Lehrmittel mit aktiv-entdeckendem Ansatz (vgl. Kapitel 4.4.1) liegen bisher jedoch vorwiegend für den Regelunterricht vor, womit für Schulische Heilpädagoginnen und Heilpädagogen die Verwendung derselben für die Förderung von Kindern mit IB mit viel Aufwand (d. h. individuelles Adaptieren und Anpassen) verbunden ist. Exemplarisch können hier Lehrmittel für den Regelunterricht wie das *Schweizer Zahlenbuch* (Wittmann & Müller, 2008a), das Lehrmittel des Kantons Zürich *Mathematik Primar* (Keller et al., 2010) oder Materialien des Projekts „Mathe 2000“ (Müller, Steinbring & Wittmann, 1997) genannt werden. Hinweise für den (sonder-)pädagogischen Unterricht finden sich beispielsweise im zugehörigen *Heilpädagogischen Kommentar* (Schmassmann & Moser Opitz, 2007) des *Schweizer Zahlenbuchs*, der neben Materialien zur Lernstandserfassung auch umfassende Informationen zu möglichen Schwierigkeiten beim Mathematiklernen enthält.
Neben den Lehrmitteln, denen ein aktiv-entdeckendes Konzept zugrunde liegt, gibt es andere häufig verwendetet Regellehrmittel, z. B. das St. Galler Lehrmittel *Logisch* (Anderegg, Jungclaus, Loop-Gabathuler & Siegenthaler, 2009) oder das deutsche Lehrmittel *Einstern* (Bauer & Maurach, 2014) sowie – für die französischsprachige Schweiz – das offizielle Lehrmittel der Romandie namens *Corome*

(Ging, Sauthier & Stierli, 2008).
Weiter gibt es auch Lehrmittel oder Förderprogramme, die spezifisch auf den Unterricht von Kindern mit besonderem Bildungsbedarf ausgerichtet sind, wobei diese selten evaluiert sind. Solche Konzepte für die Förderung von Lernenden mit IB (z. B. TouchMath oder „Yes we can“) wurden bereits in Verbindung mit den zugrundeliegenden Förderansätzen vorgestellt (vgl. S. 111). Gerade im Hinblick auf die Personengruppe mit IB lässt sich insgesamt ein deutlicher Mangel an forschungsbasierten Fördermaterialien und -konzepten feststellen.

4.4.3 Zur Effektivität von Fördermassnahmen

Ausgehend von der Betonung der „speziellen Erziehungserfordernisse“ (Speck, 2012, S. 209), denen Fachpersonen im Unterricht von Lernenden mit IB adäquat begegnen müssen, stellt sich im Hinblick auf die mathematische Förderung der betreffenden Schülergruppe die Frage, welche Konzepte und Interventionen wirksam sind und die Lernentwicklung optimal beeinflussen. Allerdings mangelt es im sonderpädagogischen Bereich sowohl an Untersuchungen, die sich mit der Wirksamkeit von Förderkonzepten und -interventionen im Allgemeinen (vgl. Fingerle, 2007, S. 295; Simpson, 2004, S. 19) als auch im Hinblick auf die mathematische Förderung von Kindern und Jugendlichen mit IB befassen (Moser Opitz et al., 2014, S. 24).
In der bereits erwähnten Review (vgl. Kapitel 4.4.3) von acht Studien halten Caffrey und Fuchs (2007) abschliessend fest, dass keine eindeutigen Schlüsse hinsichtlich der Effektivität unterschiedlicher Förderinterventionen aufgrund der widersprüchlichen Forschungsergebnisse möglich sind. Verbunden mit den festgestellten signifikanten Leistungsunterschieden zwischen Kindern und Jugendlichen mit IB und solchen mit LB zeigte sich jedoch, dass Schülerinnen und Schüler mit IB „consistently required more explicit hints and coaching“ (Caffrey & Fuchs, 2007, S. 127). Wie Brankaer et al. (2011, 2013) in ihren Ergebnissen festhalten, lässt sich bei Kindern mit IB im Vergleich zu gleichaltrigen Kindern ohne IB eine verzögerte Entwicklung der Grössenrepräsentation feststellen. Sie folgern in diesem Zusammenhang, dass Fördermassnahmen den Fokus einerseits auf die Mengenvorstellung und andererseits auf die Verknüpfung von Zahlsymbolen mit Grössen legen sollten (Brankaer et al., 2011, S. 2859).
Chung und Tam (2005, S. 208-209) halten fest, dass Lernende mit IB zumeist eine verzögerte mathematische Lernentwicklung aufweisen, häufig über Defizite in der Gedächtnisleistung verfügen und Schwierigkeiten beim Anwenden und Übertragen von Wissen, beim Problemlösen und dem Nutzen effektiver Strategien zur Aufgabenbewältigung haben. In ihrer Interventionsstudie mit 30 chinesischen Kindern mit IB (IQ zwischen 70 und 50) untersuchten sie deshalb drei verschie-

dene Ansätze zur Förderung mathematischer Textaufgaben (ausschliesslich zweistufige Additions- und Subtraktionsaufgaben). Die erste Gruppe, der mittels *think-aloud processes* kognitive Strategien vermittelt wurden, und die zweite Gruppe, die anhand von *worked examples* angeleitet wurde, wiesen bessere Lernentwicklungen auf als die dritte Gruppe, die Unterricht nach herkömmlichen Methoden erhielt (Chung & Tam, 2005, S. 211). Die Autoren erklären sich die positiven Effekte der beiden Interventionsansätze mit deren Fokus auf das konzeptuelle Verständnis und die konkrete Vorgehensweise (ebd., S. 213).

Basierend auf dem Entwicklungsmodell von Krajewski (2008, 2009; Krajewski & Ennemoser, 2013) haben Kuhl, Sinner und Ennemoser (2012) 25 Schülerinnen und Schüler mit IB in zwei Trainingsgruppen eingeteilt, wobei die Experimentalgruppe während sechs Wochen mit dem Förderprogramm „Mengen, zählen, Zahlen" (MZZ) von Krajewski, Nieding und Schneider (2010) für den Schuleingangsbereich gefördert wurde. Der dadurch erzielte Leistungsvorsprung der MZZ-Gruppe war jedoch nur von kurzer Dauer.

Weitere konkrete Hinweise zur Verwendung von Fördermethoden im Mathematikunterricht von Kindern mit IB liefern Browder et al. (2008, S. 425): Ausgehend von ihrer Literaturreview mit 65 Studien erachten sie das „systematische Unterrichten" (mit Komponenten wie *fading*[11], *time delay* und Feedback) mit lebenspraktischem Bezug als geeignete und evidenzbasierte Massnahmen für die mathematische Förderung. Interessant ist, dass sich fast alle Interventionen der einbezogenen Studien auf die Bereiche „Zahlen und Operationen" sowie „Geld" beziehen (Browder et al., 2008, S. 413).

Auch wenn aufgrund der vielfältigen Untersuchungsergebnisse kaum von einem Forschungskonsens die Rede sein kann, so liegt allen Studien die empirisch abgestützte Annahme zugrunde, dass „there is a large effect for teaching mathematics to students with significant cognitive disabilities" (Browder et al., 2008, S. 413).

Ausgehend von den vorab dargelegten Untersuchungsergebnissen können folgende Aussagen, die für die Umsetzung von Fördermassnahmen relevant sind, zusammengefasst werden:

- Lernende mit IB sind auf konstante und explizite Hinweise und Unterstützungsformen angewiesen (vgl. Caffrey & Fuchs, 2007).
- Das verständnisorientierte Lernen (hier: das „Laut-Denken"), das Modellieren von Arbeitsbeispielen sowie die Strukturierungsmassnahmen erwiesen sich als

[11] *Fading* bezeichnet eine Instruktionsstrategie im Sinne des „Cognitive apprenticeship"-Ansatzes (Collins, Brown & Newman, 1989) und meint den sukzessiven Abbau der pädagogischen Unterstützung beim Lernprozess (Lipowsky, 2015, S. 75). *Time delay* kann als Zeitverzögerung bzw. kurze Instruktionspause verstanden werden, die es den Lernenden besser ermöglichen soll, Informationen vorerst ins Ultrakurzzeitgedächtnis aufzunehmen, mit dem Ziel, diese letztlich im Langzeitgedächtnis zu verankern.

effektive Interventionsformen (vgl. Chung & Tam, 2005; Browder et al., 2008).
- *Fading*, *time delay* und Feedback werden als geeignete Unterrichtsmassnahmen für die mathematische Förderung von Lernenden mit IB erachtet (vgl. Browder et al., 2008).

Insgesamt muss dennoch festgehalten werden, dass Studien zur Effektivität verschiedener Fördermassnahmen aufgrund teils widersprüchlicher Ergebnisse häufig keine generalisierenden Aussagen ermöglichen (Caffrey & Fuchs, 2007). Dies verdeutlicht, dass bezüglich der Wirksamkeit von Förderkonzepten und -interventionen grundsätzlich ein grosser Forschungsbedarf besteht, wobei in Bezug auf die (sonder-)pädagogische Unterrichtspraxis nicht nur interessiert, *ob* eine bestimmte Fördermassnahme das Lernen begünstigt, sondern auch, *wie* diese aus professioneller Sicht umgesetzt werden kann und welche Bedingungen dafür auf der Vermittlungsebene (vgl. Abbildung 15, S. 103) erfüllt sein müssen (vgl. Ufer et al., 2015, S. 417).

4.4.4 Arbeitsmittel und Veranschaulichungen

In den vorangegangenen Ausführungen wurde deutlich, dass Lernende mit IB auf eine spezifische und verständnisorientierte Förderung und verglichen mit Gleichaltrigen auf ein höheres Mass an Unterstützungs- und Hilfsstrukturen angewiesen sind. Eine Möglichkeit, um „sinnvolles Üben“ (vgl. Ratz, 2009, S. 91) zu ermöglichen und zugleich das Arbeitsgedächtnis zu entlasten, besteht im Einsatz geeigneter Arbeitsmittel und Veranschaulichungen. Ausgehend von verschiedenen Förderansätzen (vgl. Kapitel 4.4.2) gibt es unzählige Materialien, die für die mathematische Förderung von Kindern mit IB zur Verfügung stehen. Dabei basieren nicht alle Unterrichtsmaterialien auf Konzepten, die – mit Blick auf das ZGV-Modell (vgl. Kapitel 4.2.2, S. 82) – die Erarbeitung mathematischer Basisfertigkeiten bis hin zum Erwerb des Zahlenverständnisses ermöglichen. Eine Auseinandersetzung mit Arbeitsmitteln und Veranschaulichungen aus mathematikdidaktischer Sicht ist aber auch deshalb nötig, da SHP im Kontext der individuellen Förderung mehrheitlich frei bestimmen können, was sie in welcher Form und wofür verwenden, anpassen oder allenfalls selber herstellen, wobei der Einsatz von geeigneten Unterrichtsmaterialien ein entsprechendes fachdidaktisches Wissen verlangt.
Grob unterschieden werden *Arbeitsmittel*, die handelndes Lernen ermöglichen, und *Veranschaulichungen*, die bei der bildlichen Darstellung des Sachverhalts bleiben (zu einer umfassenden Begriffsklärung vgl. Krauthausen & Scherer, 2014, S. 242-244). Gemeint sind damit konkrete Materialien, die der Anregung, Unter-

stützung und Förderung des mathematischen Denkens dienen (Hasemann & Gasteiger, 2014, S. 109). Solche Unterrichtsmaterialien tragen bestenfalls zur Verständnis- und Vorstellungsentwicklung bei, können sich unter Umständen aber auch negativ auf den mathematischen Lernprozess auswirken, indem sie ineffektive Lernstrategien hervorrufen. Deshalb ist es wichtig, dass Arbeitsmittel und Veranschaulichungen *bewusst* eingesetzt werden. Sie bilden im Idealfall den mathematischen Lerninhalt ab, werden als zusätzlicher Lernstoff verstanden und dementsprechend eingeführt und geübt. Folgende Kriterien sind wegweisend bei der Analyse und Bewertung von Unterrichts- bzw. Fördermaterialien (diese dienen als nicht hierarchische Entscheidungshilfe und bedürfen der Ergänzung; vgl. Krauthausen & Scherer, 2014):

- Ermöglicht das Material die simultane Anzahlerfassung bis 5 bzw. die quasisimultane Erfassung grösserer Anzahlen? (vgl. Kapitel 4.2, S. 79)
- Wird die Ablösung von Zählstrategien hin zum denkenden Rechnen unterstützt und zählendes Rechnen verhindert?
- Werden Vorstellungsvermögen und Operationsverständnis unterstützt, indem Handlungen wie Addition, Subtraktion, Verdoppeln, Halbieren, Zerlegen und Zusammensetzen möglich sind?
- Können individuelle Lösungsmöglichkeiten entdeckt werden?
- Kann das Material strukturgleich für grössere Zahlenräume genutzt werden?
- Lässt sich die Darstellung auch bildnerisch übersetzen, also z. B. zeichnen?
- Ist die Handhabbarkeit auch für Kinder mit besonderem Bildungsbedarf gegeben?
- Lässt sich das Material für unterschiedliche mathematische Inhaltsbereiche verwenden?

(sinngemäss zitiert nach Krauthausen und Scherer, 2014, S. 262-263)

Übrige Kriterien, die hier nicht aufgeführt werden, beziehen sich mitunter auf ästhetische und ökologische Aspekte (ebd.). Wie der „Kriterienkatalog" erkennen lässt, wird mit den Unterrichtsmaterialien letztlich das Ziel verfolgt, den Aufbau und die Verinnerlichung mathematischer Operationen anzubahnen und zu unterstützen (Krajewski, 2008, S. 68). Dies veranschaulicht Krajewski (2008) unter Einbezug der drei Repräsentationsformen des „E-I-S-Modells"[12] nach Bruner (1974) und der Erwerbsstufen arithmetischer Operationen nach Aebli (2006). Durch die Verinnerlichung der ersten beiden Phasen ist die Abstraktionsleistung möglich, dass Ziffern auf Basis des vereinten Zahl- und Mengenwissens in ihrer Bedeutung verstanden werden, womit die Grundlage für den Erwerb von deklarativem Wissen (d. h. Faktenwissen) und prozeduralem Wissen (d. h. Wissen über Rechenvorgänge) und damit für die Automatisierung im Zeichenbereich geschaffen ist (Krajewski, 2008, S. 69-70).

Kategorien zur Unterscheidung von Materialien

Grundsätzlich können drei Hauptkategorien bezüglich verschiedener Arbeitsmittel

[12] Das sogenannte E-I-S-Modell von Bruner (1974) beinhaltet drei Repräsentationsebenen: enaktiv, ikonisch und symbolisch.

und Veranschaulichungen für den mathematischen Anfangsunterricht unterschieden werden: unstrukturierte und strukturierte Materialien sowie Mischformen. Diese Kategorien erlauben keine Bewertung der Fördermaterialien, sondern können als Hinweise genutzt werden, um zu entscheiden, *wofür* sich das betreffende Material eignet, z. B. ob es zur Förderung der kardinalen oder ordinalen Einsicht genutzt werden kann. Grundsätzlich kann somit auch nicht die Rede von „guten" und „schlechten" Materialien sein; entscheidend ist vielmehr, *wie* und vor allem *für welchen Zweck* diese eingesetzt werden. Ausgehend vom Kriterienkatalog von Krauthausen und Scherer (2014, S. 262-263) können dennoch Hinweise für die Eignung aus mathematikdidaktischer Sicht abgeleitet werden. Nachfolgend werden einige exemplarisch ausgewählte Fördermaterialien beschrieben und dargestellt. Eine allgemeine Übersicht über Materialien zur kardinalen und ordinalen Zahldarstellung findet sich bei Hasemann und Gasteiger (2014, S. 109-118), weiterführende Überlegungen zur Bedeutung von Arbeitsmitteln und Veranschaulichungen liefern beispielsweise Krauthausen und Scherer (2014, S. 240-263).

1) Unstrukturierte Materialien

Anzahlen werden durch das Legen einzelner Objekte dargestellt. Die Objekte weisen somit keine vorgegebene Struktur auf, können aber nach Wahl gruppiert und strukturiert werden. Hierzu gehören Naturmaterialien wie Steine, Muscheln usw. oder künstliche Materialien wie Wendeplättchen oder die Einerwürfel des „Dienes-Materials" (vgl. Abbildung 16, S. 119). Solche Materialien eignen sich, um die Zählkompetenz bzw. das Zählen von Objekten und das kardinale Verständnis zu fördern; denkbar ist hier z. B. das Einrichten einer „Zählecke" (Moser Opitz, 2008, S. 94). Das Verschieben beim Antippen sowie das Ordnen (z. B. durch Legen in einer horizontalen Reihe) erleichtert den Zählvorgang (Towse & Hitch, 1996, S. 69). Zudem ist das Zählen von unterschiedlichen Objekten einfacher als das Zählen gleichartiger Objekte wie z. B. einheitlicher, gleichfarbiger Klötzchen (ebd., S. 68).

2) Strukturierte Materialien

Angesichts der Dezimalstruktur weisen strukturierte Materialien sinnvollerweise eine 5er- und/oder 10er-Struktur auf, wodurch die quasisimultane Anzahlerfassung ermöglicht wird. Ein unterstützendes Fördermaterial stellt hier beispielsweise das Rechenschiffchen (vgl. Abbildung 18, S. 120) dar, das auf dem zweidimensionalen 20er-Feld basiert. Dieses ist bis in den 100er-Raum erweiterbar und kann ausgehend vom gleichen Prinzip für Zahldarstellungen bis in den 1000er-Raum genutzt werden, z. B. in Form des Tausenderbuchs (vgl. *Schweizer Zahlenbuch 3* (Wittmann & Müller, 2009)). Als handlungsorientiertes Material ist hier zudem das Dienes-Material (vgl. Abbildung 16) mit den unstrukturierten Einerwürfeln, den Zehnerstäben, Hunderterplatten und dem Tausenderwürfel zu nennen. Andere Strukturierungen wie z. B. jene der Kieler Zahlenbilder (vgl. Abbildung 17) ermöglichen die quasisimultane Anzahlerfassung nicht in gleichem Masse, weshalb sie nicht strukturgleich für grössere Zahlenräume genutzt werden können und sich daher weniger für den Aufbau einer Mengenvorstellung eignen. Neben diesen Materialien kann auch anhand der Hände die sogenannte „Kraft der Fünf" genutzt werden, um Anzahlen strukturiert darzustellen und dementsprechend quasisimultan erfassen zu können. Dies ist jedoch „naturgegeben" auf den Zahlenraum bis 10 beschränkt. Zudem muss auf einen statischen Gebrauch der Finger geachtet werden, d. h., die Hände werden unverzüglich auf den Tisch gelegt oder in die Luft gehalten, um eine Anzahl zu veranschaulichen. Von einem dynamischen Gebrauch der Finger bzw. vom einzelnen Fingerzählen zur Darstellung einer Anzahl ist abzusehen, da es zum zählenden Rechnen verleiten kann (Moser Opitz, 2008, S. 115). Hier können strukturierte Fördermaterialien wie z. B. das 20er- oder 100er-Feld Abhilfe schaffen, indem sie die quasisimultane Erfassung kleinerer und grösserer Anzahlen gleichermassen ermöglichen und zugleich Einsicht in die Zahlzerlegung bzw. in Teil-Ganzes-Relationen geben. Diese können zudem auch einfach grafisch übersetzt bzw. von den Lernenden gezeichnet werden.

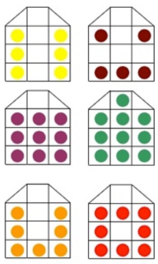

Abbildung 16: Dienes-Material (Quelle: http://www.pastorini.ch)
Abbildung 17: Kieler Zahlenbilder (Quelle: http://www.aczes.de)

3) Mischformen

Unter diesem Begriff werden Anschauungsmittel zusammengefasst, die einerseits eine Struktur aufweisen und andererseits das flexible Operieren mit einzelnen Elementen ermöglichen. Hierzu gehört z. B. das sogenannte Rechenschiffchen (vgl. Abbildung 18), das auf dem 20er-Feld basiert und die handelnde Auseinandersetzung mit dem Zahlenraum bis 100 ermöglicht. Sofern keine Holzmaterialien zur Verfügung stehen, besteht je nach Unterrichtsziel auch die Möglichkeit, ein zweidimensionales 20er- oder 100er-Feld mit Plättchen in der entsprechenden Grösse zu belegen. Auch der Abaco (vgl. Abbildung 19), der Zählrahmen und die Hunderterkette stellen Mischformen dar. Der Zählrahmen und die Hunderterkette (vgl. Abbildung 20) eignen sich, wie z. B. auch der Zahlenstrahl, vorrangig zur Erarbeitung des ordinalen Zahlaspekts (Freesemann, 2014, S. 106-111). Hier ist darauf zu achten, dass Kinder daran nicht ihre Zählstrategien ausführen, indem sie

z. B. einzelne Elemente antippen, sondern die vorhandene Struktur nutzen, um beispielsweise fünf Elemente auf einmal zu verschieben bzw. beim Abaco fünf Elemente mit einer Geste zu „überstreichen".
Besonders der Zählrahmen kann aufgrund der Verschiebemöglichkeiten einzelner Elemente zum zählenden Rechnen verleiten und ist aufgrund der „flexiblen" Struktur kaum zur Erarbeitung des strukturorientierten Verständnisses geeignet.

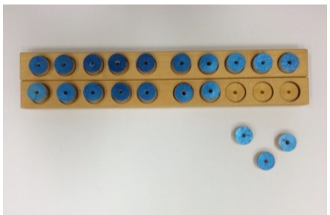

Abbildung 18: Rechenschiffchen (Fotografie d. Verf.)
Abbildung 19: Abaco (Quelle: http://www.pastorini.ch)
Abbildung 20: Hunderterkette (Fotografie d. Verf.)

Andere Materialien

Werden im Mathematikunterricht Arbeitsmittel und Veranschaulichungen eingesetzt, so sollten diese in erster Linie die mathematische Grundidee in angemessener Weise darstellen (Krauthausen & Scherer, 2014, S. 262). Stehen im Vordergrund Aspekte, die keinen Bezug zum mathematischen Lerninhalt aufweisen (wie z. B. Beschaffenheit, Farbgebung, „spielerische" Aufmachung) ist zu befürchten, dass die Lernenden in der Auseinandersetzung mit dem Material „die ‚gemeinten' mathematischen Beziehungen völlig aus dem Blick verlieren" (Hasemann & Gasteiger, 2014, S. 105). Um sicherzustellen, dass das betreffende Material zur Erreichung der mathematischen Zielsetzung beiträgt, sollten daher an erster Stelle nicht „oberflächliche" Charakteristika ausschlaggebend sein, sondern vielmehr der *mathematische Gehalt* des jeweiligen Arbeits- oder Veranschaulichungsmittels.
Hier ist aus professioneller Sicht ein genaues Hinschauen gefordert; auch wenn beispielsweise die Cuisenaire-Stäbe (vgl. Abbildung 21, S. 121) auf den ersten Eindruck geeignet erscheinen, um Mengen zu repräsentieren, so muss auf den zweiten Blick bemängelt werden, dass eine Struktur fehlt und verschiedene Anzahlen neben der Stablänge einzig durch die Farbgebung auseinanderzuhalten sind, was aus mathematikdidaktischer Sicht fragwürdig ist. Ein Kind sollte beispielsweise die Anzahl 5 mittels quasisimultaner Anzahlerfassung als Hälfte der 10 identifizieren können und nicht mittels „fachwidriger" Überlegungen (man braucht zwei gelbe Stäbe für einen orangen), die das Auswendiglernen der Farb-Längen-Zuordnungen bedingen.
Ein anderes Material ist der sogenannte Kutzer-Zug, den es als „Spielzeug" (vgl. Abbildung 22, S. 121) oder als zweidimensionales Legematerial gibt. Hier ist

zwar durchaus eine 5er- und 10er-Struktur vorhanden, jedoch ist verwirrend, dass die Mengendarstellung anhand eines Zuges erfolgt, womit vom mathematischen Inhalt abgelenkt wird. Obwohl Einsichten in das Dezimalsystem ermöglicht werden können, ist die Eignung dieses Arbeitsmittels aus mathematikdidaktischer Sicht – verbunden mit der spielerischen Aufmachung – fragwürdig. Hier stellt sich die Frage, ob solche Arbeitsmittel „der Forderung nach einem echten und auch mathematischen Alltagsbezug nachkommen“ (Moser Opitz, 2008, S. 97).

Ebenfalls kritisch zu betrachten sind Fördermaterialien, die das zählende Rechnen unterstützen, denn sie bergen die Gefahr, dass Lernende von ihnen abhängig werden und letztlich noch mehr Unterstützung benötigen. Exemplarisch ist hier das Material ausgehend vom TouchMath-Ansatz (Bullock, 2002) zu nennen. Hier werden Ziffern und Anzahlen „gemischt“ dargestellt bzw. werden zwei Darstellungsebenen übereinandergelegt. Dies ist aus fachlicher Sicht problematisch, zumal Ziffern und Zahlen eine unterschiedliche Bedeutung zukommt. Zudem kann aufgrund der fehlenden Struktur keine quasisimultane Anzahlerfassung erfolgen, was – wie von den Befürwortern beabsichtigt – zum „unauffälligen“ zählenden Rechnen animiert:

> This approach is a more inconspicuous method of counting. It is much less obvious that a student is counting to solve a problem when he or she is lightly tapping a pencil on the worksheet than when he or she is counting on fingers. (Scott, 1993, S. 109)

Die TouchMath-Arbeitsvorlage gibt es als 3-D-Version aus Plastik, die das direkte Berühren der „touch points“ ermöglicht oder kann in zweidimensionaler Papierform z. B. mit Pompons belegt werden. Allerdings sind ab der Ziffer 6 (vgl. Abbildung 23, S. 121) keine Eins-zu-eins-Zuordnungen mehr vorgesehen; zwischen 7 und 9 werden die Punkte teilweise doppelt gezählt. Solche und andere Strategien, die das zählende Rechnen ins Zentrum stellen, eignen sich auch nicht zur Heranführung an die Grundoperationen. Verbunden mit der farbenfrohen, spielerischen Aufmachung (wie z. B. beim bereits erwähnten Kutzer-Zug) besteht zudem die Gefahr, dass es letztlich nicht um die mathematischen Inhalte geht, sondern der spielerische Aspekt als solches im Vordergrund respektive die mathematische Förderung im Hintergrund steht.

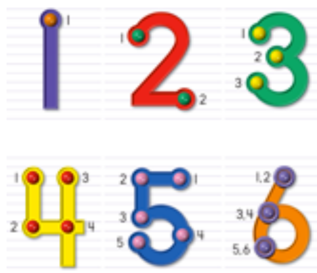

Abbildung 21: Cuisenaire-Stäbchen (Quelle: http://www.pastorini.ch)
Abbildung 22: Kutzer-Zug (Quelle: http://www.kutzer-verlag.de)
Abbildung 23: Ausschnitt aus TouchMath (Quelle: http://www.touchmath.com)

Anmerkung zu den Montessori-Materialien

Bis heute weit verbreitet sind die Materialien, die auf den Ansatz von Maria Montessori (1870–1952) zurückgehen, die sich stets auch für die Bildung von Kindern mit besonderem Bildungsbedarf aussprach (vgl. Hedderich, 2011). Dementsprechend findet ihre Pädagogik gerade auch im Hinblick auf Schülerinnen und Schüler mit IB Beachtung (vgl. Biewer, 1992). Montessori hat sogenanntes „Sinnesmaterial“ entwickelt, das dem Kind durch die Auseinandersetzung mit demselben Vorerfahrungen für das mathematische Verständnis ermöglichen soll. Auf eine Vorstellung des Montessori-Materials wird in dieser Arbeit verzichtet. Einen Einblick in das Material mit Bezug zum Anfangsunterricht liefert z. B. Lautner (2012, S. 76-94); die umfassende Darstellung von Montessoris Mathematikmaterialien findet sich in ihrem Werk *Psychoarithmetik* (Montessori, 2012). Einige der vorab dargestellten und zur Zahlbegriffserarbeitung als geeignet erachteten Arbeitsmittel wie beispielsweise das Dienes-Material (vgl. Abbildung 16, S. 119), das bei Montessori dem „goldenen Perlen-Material“ gleichkommt, oder die Hunderterkette (vgl. Abbildung 20, S. 120) entsprechen Montessoris Ideen und weisen damit verbunden markante Parallelen auf (vgl. Montessori, 2012, S. 421-431). So erstaunt es wenig, dass aus Sicht der aktuellen Mathematikdidaktik die Montessori-Materialien aufgrund ihres mathematischen Gehalts bis heute als geeignet für die Erarbeitung des Zahlbegriffs sowie für den Ausbau des mathematischen Verständnisses erachtet werden (Hasemann & Gasteiger, 2014, S. 57).

5 Mathematikspezifisches Professionswissen von Schulischen Heilpädagoginnen und Heilpädagogen im Hinblick auf die Entwicklung und Förderung von Kindern mit intellektueller Beeinträchtigung

Wie bereits in Kapitel 3.5.1 aufgezeigt wurde, wird die Sonderpädagogik durch das spezifische Wissen und Können über Lern- und Entwicklungsverläufe bei besonderem Bildungsbedarf bestimmt (Katzenbach & Schroeder, 2007, S. 208). Die theoretischen Grundlagen, die in den vorangegangenen Kapiteln aufgearbeitet wurden, dienen damit als Ausgangspunkt für die Darlegung eines aktuellen Verständnisses des mathematikspezifischen Professionswissens von SHP hinsichtlich der mathematischen Förderung von Kindern mit IB. Nachfolgend werden deshalb die wichtigsten Punkte nochmals kurz zusammengefasst wiedergegeben. Ausgehend von den erarbeiteten Grundlagen werden dabei zentrale Grundpfeiler des mathematikspezifischen Professionswissens von SHP – zusammengeführt in einer eigenen Übersichtsdarstellung (vgl. Abbildung 24, S. 128) – beschrieben. Die darin enthaltenen wesentlichen Aspekte werden sodann in Bezug zu vorangegangenen Konzeptualisierungen professionellen Wissens (Shulman, 1987; Ball et al., 2008) gesetzt.

5.1 Zusammenschau der theoretischen Grundlagen

Professionalität und Professionswissen

Die Professionalität von (sonderpädagogischen) Lehrpersonen wird verstanden als Expertise, die sich durch den souveränen Umgang mit beruflichen Anforderungen auszeichnet. Diese besteht einerseits aus Handlungskompetenzen, die sich in der Berufspraxis entwickeln, und andererseits aus Fachkompetenzen, die im Rahmen der Ausbildung erworben werden. Damit ergibt sich die Kompetenz aus einem Wirkungsnetz unterschiedlicher Fähigkeiten und Fertigkeiten (vgl. Kapitel 3.1). Dazu gehört auch das professionelle Wissen, wobei anzunehmen ist, dass dieses wesentlich durch Lerngelegenheiten in der Ausbildungsinstitution mitbestimmt wird (vgl. Kapitel 3.3.3). Das Professionswissen wird dabei nicht als rein wissenschaftliches Wissen verstanden, sondern stellt vielmehr eine Weiterentwicklung desselben im Hinblick auf die Förderung von Kindern und Jugendlichen mit IB dar (vgl. Kracht, 2014, S. 207).

Numerische Entwicklung

Angesichts des aktuellen Verständnisses der mathematischen Entwicklung (vgl. Kapitel 4.2; 4.2.2) wird von einem mehrdimensionalen Zahlbegriffsverständnis ausgegangen, das verschiedene Zahlaspekte (Ordinal-, Kardinal-, Mass-, Operator-, Rechenzahl-, und Codierungsaspekt) umfasst (Moser Opitz, 2008, S. 119). Ausgehend von einem breiten Forschungsfundus werden Kinder mit IB zudem nicht länger als mathematische *Tabula rasa* verstanden, sondern ihr vorhandenes – wenn unter Umständen auch basales – Mengen- und Zahlenvorwissen wird anerkannt und entsprechend im Unterricht berücksichtigt. Ausgehend von verschiedenen Studienergebnissen wird dabei dem ordinalen Zahlverständnis mehr Gewicht für die Zahlbegriffsentwicklung zugeschrieben als dem kardinalen (vgl. Kapitel 4.2.1). Die einfache Klassifikation, Seriation und der Mengenvergleich werden dabei als Ausgangslage für die Entwicklung des Ordinal- und Kardinalzahlverständnisses erachtet. Die Grundlage für den Erwerb der Addition und Subtraktion entwickelt sich entsprechend dem empirisch abgestützten Modell der Zahl-Grössen-Verknüpfungen von Krajewski und Ennemoser (2013) ausgehend vom (zunächst unpräzisen) Mengenvorwissen und den Zählkompetenzen. Dabei hat sich insbesondere das Zahlen- und Mengenvorwissen für die mathematische Lernentwicklung als massgebend erwiesen, wohingegen das räumliche Vorstellungsvermögen nicht als mathematische Vorläuferfertigkeit bzw. Risikofaktor identifiziert werden konnte (vgl. Kapitel 4.2.4).

Entwicklung bei Kindern mit IB

In ihrer Gesamtheit (vgl. Kapitel 4.3) weisen die Studien darauf hin, dass alle Kinder und Jugendlichen mit IB in der Lage sind, zumindest basale mathematische Kompetenzen zu entwickeln. So bringen Lernende mit einer leichten oder mittelgradigen IB beachtliche Zählkompetenzen mit, verfügen über Einsichten in Zahl-Mengen-Relationen, kennen Ziffern und ihre Schreibweise und können mitunter mathematische Operationen (z. B. einfache Additionsaufgaben) lösen. Angesichts der heterogenen Voraussetzungen, die sich mitunter in grossen interindividuellen Leistungsunterschieden zeigen, können jedoch keine verallgemeinerbaren Aussagen gemacht werden. Jedoch kann insgesamt festgehalten werden, dass Lernende mit IB, verglichen mit Schülerinnen und Schülern ohne besonderen Bildungsbedarf oder mit LB, signifikant weniger mathematische Lernfortschritte machen, was sich in deutlichen und teils mehrjährigen Leistungsrückständen zeigt. Dies führt zu Empfehlungen, die mathematische Förderung bei Lernenden mit IB im Jugend- und jungen Erwachsenenalter fortzuführen (vgl. Bashash et al., 2003).

Im Sinne der „*Similar sequence*“-Hypothese (Sarimski, 2013b, S. 48) wird angenommen, dass sich die Entwicklungsverläufe von Kindern mit und ohne IB zwar nicht grundsätzlich voneinander unterscheiden, aber auch nicht von einer reinen Verzögerung ausgegangen werden kann. Im Vergleich zu ihren Altersgenossen lassen sich bei Lernenden mit IB deutliche Verzögerungen in der mathematischen Entwicklung, Defizite in der Gedächtnisleistung und Schwierigkeiten bei der Wissensanwendung und -übertragung sowie beim Problemlösen und der Nutzung von Strategien feststellen (Chung & Tam, 2005). Für den Mathematikunterricht ist zudem wichtig, dass nur wenige Kinder und Jugendliche mit IB die Voraussetzungen für den Erwerb der Grundoperationen mitzubringen scheinen, womit es Förderkonzepte, die das Rechnen betonen, zu hinterfragen gilt (Garrote et al., 2015).

Besonderer Bildungsbedarf

Ausgehend von neueren entwicklungspsychologischen Erkenntnissen (vgl. Kapitel 4.2.2) kommt frühen Lerngelegenheiten zur Ausbildung numerischer Kenntnisse eine bedeutende Rolle zu. Dafür sprechen auch Forschungsergebnisse, die von mittleren Effekten frühzeitiger Interventionen auf die Lernentwicklung berichten (z.B. Kavale & Forness, 2000, S. 315; ES = .67). Im Gegensatz zu Kindern ohne besonderen Bildungsbedarf vollzieht sich der Zahlbegriffserwerb bei Lernenden mit IB nicht spontan in Alltagserfahrungen. Sie sind dafür auf formelle Lerngelegenheiten mit spezifischen (sonder-)pädagogischen Anregungs- und Unterstützungsmassnahmen angewiesen (vgl. Kapitel 4.2.3; 4.4.2). Bei der Personengruppe mit IB handelt es sich nachweislich um eine stark heterogene Gruppe bzw. um Lernende mit höchst heterogenen Lern- und Entwicklungsvoraussetzungen, was es in die didaktischen Überlegungen einzubinden gilt. Dem besonderen Bildungsbedarf soll daher in einer ressourcenorientierten, individualisierenden Förderung begegnet werden, indem an die jeweiligen Lernvoraussetzungen angeknüpft wird. Den Ausgangspunkt dafür bildet, im Verständnis einer prozessorientierten Förderdiagnostik, die Erfassung des individuellen Lern- und Entwicklungsstandes (vgl. Kapitel 3.5.1; 4.4.2).

Förderung von Kindern mit IB

In den bereits dargelegten Untersuchungsergebnissen von Baroody (1986) kommt zum Ausdruck, dass sich der Zahlbegriffserwerb bei Kindern mit IB nicht spontan vollzieht, sondern diese dafür auf spezielle Hilfen angewiesen sind (vgl. Kapitel 4.2.3). In die gleiche Richtung weisen auch Studien, die sich mit der Mathematikleistung von Kindern mit LB und IB auseinandersetzen und darauf verweisen, dass Schülerinnen und Schüler mit IB einen höheren Unterstützungsbedarf aufweisen bzw. mehr Hinweise benötigen als Lernende ohne IB (Caffrey & Fuchs, 2007; vgl. Kapitel 4.4.3). Ausgehend von den Erkenntnissen zur numerischen Entwicklung und zur mathematischen Förderung von Lernenden mit IB lässt sich vor dem Hintergrund des ZGV-Modells (Krajewski & Ennemoser, 2013; vgl. Kapitel 4.2.2) weiter festhalten, dass die Zählkompetenzen und die Fähigkeit zur groben Mengenunterscheidung (entspricht Modellebene 1: *Basisfertigkeiten*) sowie die allmähliche Verbindung der Zahlsymbole mit Grössen (entspricht Ebene

2: *einfaches Zahlverständnis*) für die mathematische Förderung besonders zentral sind. Diese beiden Ebenen gelten als Grundlage für den Erwerb der Einsicht in die Zahlzerlegung (entspricht Ebene 3: *tiefes Zahlverständnis*) und damit auch für das Rechnenlernen. Der Erwerb der pränumerischen Kompetenzen – insbesondere das anspruchsvolle Verständnis der Invarianz und der Klasseninklusion, das selbst bei Kindern ohne Beeinträchtigung erst später in der Entwicklung folgt (vgl. Kapitel 4.2.1, S. 74) – werden dabei nicht als Voraussetzung für den Aufbau des Zahlbegriffs verstanden. Dies darf allerdings nicht dahingehend missverstanden werden, dass die numerische Seriation und Klassifikation unbedeutend für das mathematische Lernen sind, zumal diese neben den Zählkompetenzen aufgrund von Untersuchungsergebnissen (Desoete et al., 2009, S. 253; vgl. Kapitel 4.2.3) als Grundlage für die mathematische Entwicklung im Eingangsbereich verstanden werden. Mathematikdidaktische Überlegungen sprechen zudem dafür, dass der Zahlenraum auch bei Kindern mit IB – analog zu den zentralen Aspekten des aktiv-entdeckenden Mathematik-Erstunterrichts – ganzheitlich eingeführt wird und neben dem pränumerischen Bereich auch der Erwerb der Zählkompetenzen sowie die Begegnung von Zahlen im Alltag wesentliche Grundpfeiler der Förderung darstellen (Moser Opitz, 2008; vgl. Kapitel 4.4.1). Im Hinblick auf eine möglichst autonome Lebensführung wird die Bedeutung des lebenspraktischen Bezuges im Unterricht von Schülerinnen und Schülern mit IB dabei besonders hervorgehoben (vgl. Kapitel 4.4).

Förderansätze und -materialien

Die traditionelle Zahlbegriffstheorie nach Piaget und Szeminska (1975) und die daraus hervorgegangenen pränumerisch-kleinschrittigen Konzepte (vgl. Kapitel 4.2.1; 4.4.2) stehen im Widerspruch zu jüngeren Erkenntnissen der Entwicklungspsychologie, die auch aus aktueller mathematikdidaktischer Sicht vertreten werden. Favorisiert werden daher Förderkonzepte, die den Zahlenraum ganzheitlich einführen, Wert auf produktives Üben legen, die Zählkompetenzen betonen und die aktive Auseinandersetzung mit mathematischen (Alltags-)Problemen ermöglichen. Der Einsatz von Arbeitsmitteln und Veranschaulichungen mit mathematischem Gehalt kann helfen, Einsicht in ordinale und kardinale Zahlaspekte zu gewinnen (vgl. Kapitel 4.4.4). An erster Stelle muss aus professioneller Sicht reflektiert werden, *wofür* ein bestimmtes Arbeitsmittel oder eine Veranschaulichung eingesetzt werden soll. Ein weiteres Bewertungskriterium besteht in der Ermöglichung simultaner oder quasisimultaner Anzahlerfassung. Strukturierte Materialien können den Erwerb des Teil-Ganzes-Verständnisses unterstützen und längerfristig zum Abbau bzw. zur Ablösung von Zählstrategien beitragen. Insbesondere beim Lösen von Rechnungen ist darauf zu achten, dass Arbeitsmittel und Veranschaulichungen eingesetzt werden, die das mathematische Denken begünstigen und das zählende Rechnen verhindern, indem als Unterstützung z. B. keine flexiblen Einzelelemente angeboten werden, sondern Arbeitsmittel und Veranschaulichungen, die eine 5er- und/oder Dezimalstruktur aufweisen und bestenfalls strukturgleich erweiterbar sind.

5.2 Aspekte des mathematikspezifischen Professionswissens von Schulischen Heilpädagoginnen und Heilpädagogen

Ausgehend von bisherigen Modellen zum professionellen Wissen von Lehrpersonen und vor dem Hintergrund des sonderpädagogischen Förderkontextes wird das Professionswissen von SHP in dieser Arbeit aufgefasst als ein Wirkungsnetz aus fachdidaktischem Wissen, Fachwissen, entwicklungspsychologischem Wissen, spezifisch sonderpädagogisch-psychologischem Wissen sowie domänenübergreifendem Wissen. Als weitere, in der nachfolgenden Abbildung 24 nicht enthaltene Elemente sind zudem Aspekte der Beratung und Kooperation sowie eine wertgeleitete Grundhaltung zu nennen, die auf dem Lebens- und Bildungsrecht aller Menschen fusst (vgl. Haeberlin, 2005). Mit den dargestellten Wissensbereichen wird somit nicht die umfassende Abbildung des Professionswissens angestrebt; die Darstellung dient vielmehr der Übersicht über die wesentlichen Aspekte des Professionswissens von SHP im Kontext des Mathematikunterrichts von Lernenden mit IB. Die fünf „Grundpfeiler“ des professionellen Wissens von SHP werden dabei als miteinander verbundene Bereiche verstanden, die sich überlappen.

Abbildung 24: Aspekte des mathematikspezifischen Professionswissens von SHP

1) Sonderpädagogisch-psychologisches Wissen

Schulische Heilpädagoginnen und Heilpädagogen sind für die Förderung von Kindern und Jugendlichen mit besonderem Bildungsbedarf wie einer IB zuständig. Dies setzt voraus, dass sie wissen, wie speziellen Erziehungsbedürfnissen im Unterricht begegnet werden kann. Damit weist diese Komponente Parallelen zu Shulmans (1987) Wissensbereich *knowledge of learners and their characteristics* bzw. zum *knowledge of content and students* im MKT-Modell von Ball et al. (2008) auf.

Bezüglich der mathematischen Förderung bedeutet dies als Erstes, dass SHP in der Lage sein müssen, die Mathematikkompetenzen ihrer Schülerinnen und Schüler zu erkennen. Die Einordnung und Interpretation der gewonnenen Beobachtungen setzt sodann Wissen zur numerischen Entwicklung von Lernenden mit IB – mitunter im Unterschied zu Kindern ohne besonderen Bildungsbedarf – voraus. Dazu gehört beispielsweise das Wissen der sonderpädagogischen Lehrpersonen, dass für die Bestimmung kleiner Mengen auch Kinder mit IB auf die wahrnehmungsbasierte Fähigkeit (genannt Subitizing, vgl. S. 79) zurückgreifen können und diese Anlage mitunter für die quasisimultane Anzahlerfassung anhand strukturierter Anschauungsmittel genutzt werden kann.

2) Entwicklungspsychologisches Wissen

Wie vorab aufgezeigt, beinhaltet auch das sonderpädagogisch-psychologische Wissen grundlegende Elemente aus der Entwicklungspsychologie, womit sich diese beiden Wissensbereiche deutlich überschneiden. Das entwicklungspsychologische Wissen beinhaltet beispielsweise Kenntnisse zum „typischen" Verlauf der numerischen Entwicklung sowie das Wissen über mathematische Vorläuferfertigkeiten, aber auch das Wissen über die „Psychologie des Lernens" bzw. über Lernprozesse im Allgemeinen. Somit lässt sich diese Komponente ebenfalls mit Shulmans (1987) Kategorie *knowledge of learners and their characteristics* bzw. dem *knowledge of content and students* im MKT-Modell (Ball et al., 2008) vergleichen.

3) Fachwissen

Wie bereits in Kapitel 3.2.2 beschrieben, umfasst das Fachwissen in Anlehnung an Ball et al. (2008) einerseits allgemeines Inhaltswissen (*common content knowledge*), das nicht direkt für den Unterricht gebraucht wird, sowie spezialisiertes Inhaltswissen (*specialized content knowledge*), das ausschliesslich für die mathematische Förderung genutzt wird. Neben dem fachdidaktischen Wissen steht sowohl das spezialisierte Fach- bzw. Inhaltswissen als auch das allgemeine Inhaltswissen im Zentrum. Nachfolgend wird anhand des Inhaltsbereichs der „natürlichen Zahlen" exemplarisch aufgezeigt, welches mathematische Fachwissen wichtig ist, wenn es um den Aufbau des Zahlbegriffs geht.

Charakterisierung der Zählzahlen und Bedeutung der Null

Werden Zahlen als *Ordinalzahlen* und damit als Zählzahlen genutzt, so setzt dies nach Padberg und Büchter (2015, S. 233) voraus, dass es einen Anfang gibt, jede Zahl genau einen Nachfolger aufweist und verschiedene Zahlen verschiedene Nachfolger haben, womit deutlich wird, dass es „unendlich viele natürliche Zahlen gibt" (Hasemann & Gasteiger, 2014, S. 6). Diese Prinzipien eignen sich damit zur Charakterisierung der Zählzahlen und geben stark vereinfacht wieder, was Giuseppe Peano (1858–1932) in seiner mathematischen Definition der natürlichen Zahlen durch die Peano-Axiome festgehalten hat (eine umfassende Definition findet sich z. B. bei Padberg und Büchter, 2015, S. 233-240). Die *Kardinalzahlen* lassen sich aus mathematischer Sicht definieren, indem der *leeren Menge* (als Zeichen { } oder Ø) die Kardinalzahl *Null* und der Menge {0} die *Eins* zugeordnet wird (usw.) – womit deutlich wird, dass diese Definition mit den Peano-Axiomen übereinstimmt und insofern auch die Kardinalzahlen als Modell für die natürlichen Zahlen gelten (Hasemann & Gasteiger, 2014, S. 8). Der Unterschied besteht dabei darin, dass die über die Peano-Axiome definierte Menge der natürlichen Zahlen mit der Eins beginnt (1, 2, 3, …), wogegen die Definition der Kardinalzahlen die Null einschliesst (ebd.). Diese Differenz ist an sich selbsterklärend, muss aber in die didaktischen Überlegungen für den Mathematikunterricht einbezogen werden, wie Hasemann und Gasteiger aufzeigen (ebd.):

> Beim Zählen beginnt man selbstverständlich mit der Eins, während es bei den Kardinalzahlen günstig ist, mit der leeren Menge und damit der Null zu beginnen. Man kann aber die Peano-Axiome ohne Weiteres so abwandeln, dass […] statt der Eins die Null als Element der [natürlichen] Menge gefordert wird (deren Nachfolger die Eins ist). Für den mathematischen Anfangsunterricht ist dieser Unterschied durchaus von Bedeutung: Es stellt sich zum einen die Frage, ob man die Null von vornherein zu den natürlichen Zahlen hinzunimmt oder nicht, und zum anderen, von welcher intuitiven Grundlage aus sich die Kinder den Zahlbegriff erarbeiten, ob sie also eher vom Zählen oder eher von Vorstellungen über „mehr/weniger/gleich/viele“ ausgehen. (S. 8-9)

Gemäss dieser Ausführung wird die *Zahl* Null auch im Rahmen dieser Arbeit als Element der natürlichen Zahlenmenge verstanden (vgl. Deiser, Reiss & Heinze, 2012, S. 253). Dabei ist die Unterscheidung zwischen der 0 als *Ziffer* und der *Zahl* Null für den Mathematikunterricht insofern bedeutsam (Hasemann & Gasteiger, 2014, S. 99), als der Ziffer 0 eine andere Funktion zukommt (fungiert als Platzhalter) als der Zahl Null (bezeichnet die leere Menge).
Die didaktischen Überlegungen von Gasteiger und Hasemann (2014, S. 8-9) machen deutlich, weshalb die Null beim Zählen zwar nicht benannt wird, aber dennoch eine besondere Stellung im mathematischen Erstunterricht einnimmt. So bildet die Null beim Messen den Startpunkt und muss als solcher erkannt werden (Benz et al., 2015, S. 235). Auch im Umgang mit dem Zahlenstrahl nimmt der Nullpunkt eine zentrale Rolle ein, indem nach rechts die natürlichen Zahlen aufgezeigt werden und diese – im Rahmen des Sekundarschulunterrichts – links um die negativen Zahlen erweitert werden können (ebd., S. 233). Dabei wird darauf verwiesen, dass die Null im Anfangsunterricht im Bewusstsein behandelt werden muss, dass das Verständnis für die Null als „richtige“ Zahl aus zahlreichen eigenen Lernerfahrungen der Kinder erwächst (ebd., S. 101) und somit nicht per se vermittelt werden kann.

4) Fachübergreifendes Wissen

Während Shulman (1987) in seiner Taxonomie das *general pedagogical knowledge* aufführt, ist im MKT-Modell von Ball et al. (2008) das domänenunabhängige Wissen nicht enthalten, da ihr Modell fachspezifisch ist. Die Komponente des domänenübergreifenden Wissens beinhaltet das fachunabhängige pädagogische Wissen und damit die Berücksichtigung psychologisch-didaktischer Qualitätsmerkmale wie beispielsweise jenes der Klassenführung (vgl. Kapitel 3.2.1).

5) Fachdidaktisches Wissen

Im Unterschied zum MKT-Modell (Ball et al., 2008) wird in der zusammenführenden Darstellung (vgl. Abbildung 24, S. 128) das fachdidaktische Wissen anhand dreier Wissensbereiche abgebildet: Das *knowledge of content and students* (vgl. Ball et al., 2008) entspricht dem bereits beschriebenen sonderpädagogisch-psychologischen Wissen, das sich auf den besonderen Bildungsbedarf von Lernenden mit IB bezieht, sowie dem entwicklungspsychologischen Wissen zum „typischen" Entwicklungsverlauf. Die hier als fachdidaktisches Wissen bezeichnete dritte Komponente lässt sich mit der Dimension des *pedagogical content knowledge* (vgl. Shulman, 1987) bzw. des *knowledge of content and teaching* (vgl. Ball et al., 2008) vergleichen. Wie schon in Shulmans (1987) Modell ist damit die Verbindung von Fachwissen und pädagogischem Wissen gemeint. Hierzu gehört beispielsweise auch das Wissen über geeignete Unterrichtsmethoden und -materialien (vgl. Kapitel 3.2.2).

Wie bereits aufgezeigt wurde, stehen für den Mathematikunterricht von Lernenden mit IB verschiedene Förderansätze und entsprechende Arbeitsmittel und Veranschaulichungen zur Verfügung. Dies setzt voraus, dass SHP über das entsprechende fachdidaktische Wissen verfügen und einerseits die wesentlichen Aspekte des (sonderpädagogischen) Mathematikunterrichts kennen (vgl. Kapitel 4.4.1, S. 105). Andererseits müssen sie – gerade im Hinblick auf Lernende mit IB – in dem Masse mit aktuellen mathematikdidaktischen Erkenntnissen vertraut sein, dass sie in der Lage sind, aus dem vielfältigen Angebot an Fördermaterialien und -konzepten diejenigen auszuwählen, die im Einklang mit dem aktuellen Forschungsstand stehen.

6 Darstellung der Untersuchung

6.1 Fragestellungen und Hypothesenformulierung

Auch wenn bereits einige wenige empirische Ergebnisse zur Effektivität von (sonder-)pädagogischen Förderinterventionen vorliegen (vgl. Kapitel 4.4.2; 4.4.3), fehlt es dennoch an einer Studie, die das professionelle Wissen von Schulischen Heilpädagoginnen und Heilpädagogen prüft und sich mit der Struktur desselben befasst. So ist bislang für das Fach Mathematik im sonderpädagogischen Kontext nicht bekannt, wie das Professionswissen von SHP strukturiert ist, welches derartige Wissen sich bei Fachpersonen in Schulischer Heilpädagogik mit unterschiedlichen Arbeits- und Ausbildungsvoraussetzungen nachweisen lässt und inwiefern die verschiedenen Gruppen allenfalls Unterschiede aufweisen. Ausgehend von der Annahme, dass das Professionswissen der verschiedenen Ausbildungsgruppen (Studierende in Schulischer Heilpädagogik, SHP mit Diplom/MA, Fachpersonen mit anderen Ausbildungen) grundsätzlich eine vergleichbare Struktur aufweist, beabsichtigt die vorliegende Untersuchung diese Forschungslücke anhand des dafür entwickelten Befragungsinstruments zu schliessen. Das Instrument basiert auf aktuellen entwicklungspsychologischen und mathematikdidaktischen Konzeptionen sowie den zentralen Inhaltsbereichen des Mathematikunterrichts von Kindern mit IB (vgl. Kapitel 4.2.2; 4.4.1; 4.4.2).

Vorgehen und methodische Einordnung

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine Untersuchung bestehend aus einem quantitativen bzw. hypothesenprüfenden Teil und einem qualitativen Teil mit explorativen Forschungsverfahren. Ausgangslage für die Untersuchung bildet dabei der im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Fragebogen mit multiplen Items. Basierend auf den zentralen Aspekten des mathematikspezifischen Professionswissens von SHP (vgl. Abbildung 24, S. 128) gilt es damit als Erstes die Strukturfrage unter Anwendung einer induktiven Vorgehensweise zu klären.

Als Nächstes interessiert die Ausprägung der beobachtbaren Variablen hinsichtlich des dahinterliegenden Konstrukts „mathematikspezifisches Professionswissen von SHP“, das im Sinne des kritischen Rationalismus nach Karl Popper (1966) durch die theoriegeleitete Formulierung von Hypothesen sowie den anschliessenden Versuch der Falsifikation derselben untersucht wird (Bortz & Döring, 2006, S. 300). Neben der quantitativen Untersuchung des Professionswissens interessieren auch die subjektiven Einschätzungen und Erfahrungen von SHP, die mittels qualitativer Methoden untersucht werden. Als Vorgehensweise bietet sich hier der induktive Ansatz an, womit die Generierung von Hypothesen und nicht deren Überprüfung im Vordergrund steht. Die Verbindung beider Forschungsansätze verfolgt das Ziel, einen empirischen Beitrag zur mathematikspezifischen Professionalität von SHP in der Schweiz zu leisten und dabei – vor dem Hintergrund der heterogenen Arbeitsbedingungen – die Sichtweise des sonderpädagogischen Fachpersonals miteinzubeziehen. Dieses Vorgehen ist einerseits damit zu begründen, dass sowohl für die Mathematikförderung von Kindern mit IB (vgl. Ratz, 2009, S. 106) als auch hinsichtlich des Professionswissens von SHP (vgl. Moser & Kropp, 2014) ein Mangel an quantitativen Forschungsergebnissen postuliert wird, und andererseits, verbunden mit der grossen Heterogenität hinsichtlich unterschiedlicher Parameter (wie z. B. Ausbildungshintergrund und Schulform), die Generierung von Informationen zur „gelebten" sonderpädagogischen Praxis von Interesse ist.

Zur Struktur des Professionswissens von SHP

Ausgehend von verschiedenen Modellierungsversuchen und Forschungsbestrebungen wurde in Kapitel 3.2.2 dargelegt, aus welchen empirisch bestätigten Komponenten sich das mathematikspezifische Professionswissen von Regellehrpersonen zusammensetzt. Im Gegensatz dazu liegen im Hinblick auf SHP lediglich theoretische Beschreibungen und Kompetenzstandards vor (Moser et al., 2008, S. 84). Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es deshalb, empirisch zu prüfen, wie das mathematikspezifische Professionswissen (MPW) von SHP strukturiert ist. Damit verbunden stellt sich die erste Frage:

F1) Welche Struktur weist das latente Konstrukt des „mathematikspezifischen Professionswissens von SHP" auf?

Aufgrund des Forschungsdesiderats hinsichtlich des spezifisch sonderpädagogischen Aspekts des zu untersuchenden Konstrukts können keine inhaltlichen Hypothesen aufgestellt werden. Im Vordergrund steht deshalb die explorative Struktursuche.

Ausprägung des Professionswissens von SHP bei unterschiedlichen Ausbildungen

Wie Moser und Kropp (2014) in ihrer Vorarbeit zu einem Kompetenzstrukturmodell von Sonderpädagoginnen und Sonderpädagogen festhalten, ist „die Frage nach unterschiedlichen professionellen Qualifizierungen und Berufsprofilen bislang eher unbeantwortet" (S. 3). Die Vermittlung von professionellem Grundlagenwissen ist Aufgabe der Ausbildungsinstitutionen. Ergebnisse aus der Lehrerinnen- und Lehrerforschung lassen vermuten, dass die Ausprägung des Professionswissens abhängig vom jeweiligen Ausbildungshintergrund ist (vgl. TEDS-M Studie (Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2010; Blum et al., 2012, S. 9)). In der Schweiz wurden in der Vergangenheit unterschiedliche Ausbildungsformen für Lehrpersonen von Kindern und Jugendlichen mit IB angeboten, wobei auch standortabhängige Unterschiede zu verzeichnen sind (vgl. Kapitel 1, S. 8). Verbunden mit der heterogenen Ausgangslage hinsichtlich der Ausbildungsbiografien von SHP stellt sich deshalb folgende Forschungsfrage:

F2) Sind hinsichtlich des mathematikspezifischen Professionswissens von SHP Unterschiede zwischen SHP mit unterschiedlichen Ausbildungen festzustellen?

Bisherige Studien wie beispielsweise TEDS-M 2008 (Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2010) für angehende Primarstufenlehrkräfte oder COACTIV (Kunter et al., 2011) für Oberstufenlehrpersonen haben gezeigt, dass die Ausprägung des Professionswissens je nach Ausbildungsform der Lehrperson sowie der zu unterrichtenden Schulstufe Unterschiede aufweist. Sonderpädagogische Schulformen sind jedoch äusserst heterogen, weshalb – verbunden mit der Erkundung möglicher Einflussfaktoren – im Zentrum die Frage nach der *Ausprägung des domänenspezifischen Professionswissens bei unterschiedlichen Ausbildungen* steht. Die Ergebnisse vorangegangener Untersuchungen zum Professionswissen von Lehrpersonen verweisen darauf, dass die Berufserfahrung höchstens einen eher negativen Einfluss auf das domänenspezifische Wissen hat (Krauss, Neubrand et al., 2008; vgl. S. 49), weshalb angenommen wird, dass der Erwerb beruflichen Wissens vor allem in der institutionellen Ausbildung anzusiedeln ist (Brunner et al., 2006). Auf dieser Grundlage werden folgende Hypothesen formuliert:

H2a: Studierende in Schulischer Heilpädagogik weisen am Ende ihrer Ausbildung ein höheres mathematikspezifisches Professionswissen auf als in der Funktion als SHP tätige Fachpersonen ohne SHP-Ausbildung bzw. mit anderer Ausbildung.

H2b: SHP mit abgeschlossener Ausbildung in Schulischer Heilpädagogik (Diplom/Masterabschluss) weisen ein geringeres mathematikspezifisches Professionswissen auf als Studierende in Schulischer Heilpädagogik am Ende ihrer Ausbildung.

H2c: In der Funktion als SHP tätige Fachpersonen ohne SHP-Ausbildung bzw. mit anderer Ausbildung weisen ein geringeres mathematikspezifisches Professionswissen auf als SHP mit abgeschlossener Ausbildung in Schulischer Heilpädagogik (Diplom/Masterabschluss).

Deskriptive Untersuchungsaspekte: Erfahrungen und Einschätzungen von SHP

Die Untersuchung der drei Hypothesen zum Professionswissen von SHP (H2a, H2b, H2c) bildet zusammen mit dem qualitativen Untersuchungsteil das Kernstück dieser Arbeit. Um neben der Untersuchung zum Professionswissen und zur Struktur desselben auch Informationen zu den subjektiven Einschätzungen und

Erfahrungen der SHP zu gewinnen, sind Items im Befragungsinstrument enthalten, die nicht anhand von festgelegten Kriterien beurteilt werden. Anders als bei den sogenannten kriterienorientierten Items, die der Untersuchung des Professionswissens dienen, erfolgt die Auswertung der Fragen zur „gelebten“ Förderpraxis hauptsächlich unter Verwendung qualitativer Forschungsmethoden (ausführlich in Kapitel 8 beschrieben). So sollen Informationen zu folgenden Fragen generiert werden:

F3) Was ist aus Sicht der SHP wichtig für die mathematische Förderung von Kindern mit IB und worin besteht für sie die grösste Herausforderung im Mathematikunterricht mit diesen Lernenden?

F4) Welche Lehrmittel werden von den SHP regelmässig zur Förderung von Kindern mit IB eingesetzt und welche Förderprogramme/Materialien sind bekannt und/oder kommen zum Einsatz?

F5) Welche Modelle zur Entwicklung mathematischer Kompetenzen wurden in der Ausbildung von SHP-Studierenden und Fachpersonen mit abgeschlossener (SHP- oder BFF-)Ausbildung eingesetzt und/oder empfohlen?

6.2 Untersuchungsplan

Um die vorliegenden Fragen (vgl. Kapitel 6.1) zu beantworten, wurde wie folgt vorgegangen: Als Erstes wurden in einer Entwicklungsphase grundlegende Vorarbeiten und Voruntersuchungen zur Erstellung des Instruments durchgeführt (vgl. Kapitel 6.3.2). Die in Abbildung 25 dargestellten Arbeitsschritte – von der Konzeptspezifizierung und Operationalisierung bis hin zur Durchführung der Befragung – beziehen sich hauptsächlich auf den hypothesenprüfenden Untersuchungsteil und werden in den nachfolgenden Unterkapiteln dargelegt. Weiterführende Informationen zum qualitativen Untersuchungsteil und den zugehörigen Ergebnissen finden sich in Kapitel 8.

Entwicklung des Befragungsinstruments	➔	**Untersuchung des MPW von SHP**
Eingesetztes Instrument: Instrumententwurf in Papier-Bleistift-Form		Befragungsinstrument in Papier-Bleistift-Form, konvergente Online-Form
1. Schritt: Prüfung der Voraussetzungen		*1. Schritt: Erhebung*
- Einholen von Feedback bei Fachpersonen - Einzelerprobungen und Überarbeitung - Ergänzung um offene Fragen		- Erhebung an mehreren Ausbildungs-institutionen, Regel- und Sonderschulen der Deutsch- und Westschweiz
2. Schritt: Erprobung des Instruments (N = 11)		*2. Schritt: Ergebnisauswertung*
- endgültige Überarbeitung des Instruments - fachgerechte Übersetzung ins Französische - Erstellung der konvergenten Online-Version		- erste 29 Fragebögen als Codiertraining - letzte Anpassungen des Codierleitfadens - Aufbereitung und Auswertung der Daten
Ziele der Voruntersuchung:		*Abschliessender Schritt:*
- definitive Bestimmung des Itempools - vorläufige Festlegung des Codierleitfadens		- Rückmeldung an teilnehmende Personen und Institutionen

Abbildung 25: Untersuchungsplan mit Arbeitsschritten

Voruntersuchungsphase

In Verbindung mit dem Kooperationsprojekt „Mathematisches Professionswissen von Lehrpersonen auf der Eingangsstufe“ der Universität Zürich und des Leibniz-Instituts für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) an der Universität Kiel (Hepberger et al., 2015) wurden bereits erste Items formuliert und mit einer Stichprobe von 89 Schweizer Kindergärtnerinnen – einige davon zu Beginn ihrer Ausbildung in Schulischer Heilpädagogik – erprobt. Im Rahmen dieses Projekts wurden das Basiswissen, das reflexive Wissen sowie das Handlungswissen mittels Videovignetten mit Kinderfragen untersucht. Verbunden mit den heterogenen Arbeitssettings bzw. unterschiedlichen Schulformen, in denen SHP tätig sind, ihrer Erreichbarkeit sowie den Herausforderungen, die sich bei der Videoaufnahme – gerade bei Kindern mit IB – stellen, wurde in der vorliegenden Arbeit auf die Erhebung des Handlungswissens verzichtet. Stattdessen wurde ein Befragungsinstrument in zwei unterschiedlichen Formen (Online- und Papier-Bleistift-Version) entwickelt, um möglichst viele Probandinnen und Probanden zu erreichen. Im Gegensatz zur Population der Regellehrpersonen handelt es sich bei SHP – insbesondere bei jenen, die mit Kindern mit IB arbeiten – um eine deutlich kleinere Gruppe, die eine hohe Heterogenität hinsichtlich ihres Ausbildungshintergrunds aufweist. Dies galt es bei der Erprobung des Instruments insofern zu berücksichtigen, als sichergestellt werden musste, dass die Stichprobe nicht bereits in der Entwicklungsphase „vertestet“ wird. Das erklärt, weshalb neben kleineren Erprobungsstichproben vor allem auch Expertinnen und Experten zur Erstbeurteilung des Instruments angefragt wurden (vgl. Kapitel 6.4).

6.3 Entwicklung des Befragungsinstruments

Ausgangspunkt für die Entwicklung des Befragungsinstruments bildet die Frage, wie sich die Komponenten des mathematikspezifischen Professionswissens von SHP operationalisieren lassen. Davor gilt es nach Beck (2009) jedoch den Terminus „Professionalität" zu definieren bzw. zugrunde liegende Komponenten festzulegen. Die Auseinandersetzung mit dem Professionskonzept und dessen Bestandteilen erfolgte deshalb bereits in den Kapiteln 3 und 5. Erst im Anschluss daran kann aus der Sicht von Beck die Operationalisierungsfrage gestellt werden, „durch welche prinzipiell beobachtbaren Merkmale diese Komponenten erschlossen werden sollen" (Beck, 2009, S. 241-242). Die Operationalisierung ermöglicht es, das theoretische Konstrukt anhand der Festlegung geeigneter Indikatorvariablen bzw. Items empirisch messbar zu machen (Böhm-Kasper & Weishaupt, 2008). Da es bislang keine empirisch geprüften Messinstrumente zur Untersuchung des mathematikspezifischen Professionswissens von SHP hinsichtlich der Förderung von Kindern mit IB gibt, wird die Konstruktion eines geeigneten Instruments angestrebt.

In den vorangegangenen theoretischen Ausführungen wurde deutlich, dass es sich beim mathematikspezifischen Professionswissen um ein komplexes und mehrdimensionales Konstrukt handelt. Um die verschiedenen Wissensfacetten abzudecken, gilt es somit mehrere Items zur Erhebung zu konzipieren, was der sogenannten Multi-Item-Messung entspricht (Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 111). Der Vorteil von Messungen, die auf dem Konzept multipler Items erfolgen, besteht darin, „dass hier unter Rückgriff auf Masse der internen Konsistenz und der Reliabilität eine Eignungsprüfung der Items vorgenommen werden kann" (ebd., S. 112), womit Leistungen unterschiedlicher Personen oder Personengruppen vergleichbar werden (ebd.). Gemäss dem Ansatz der Multi-Item-Messung nennen Weiber und Mühlhaus (2014) folgende Leitlinien für die Auswahl von Items, die sie als Indikatorvariablen bezeichnen:

- Es ist eine grössere, möglichst repräsentative Anzahl an Indikatoren aus dem Indikatorenuniversum auszuwählen, die anschliessend einer Eignungsprüfung zu unterziehen sind.
- Nicht hoch korrelierende Indikatoren sind zu *eliminieren*, da sie offensichtlich anderen, ggf. im Modell auch nicht enthaltenen Konstrukten zuzuordnen sind.
- Indikatoren sollten *unterschiedliche* Folgen der Wirksamkeit des betrachteten Konstruktes darstellen. (S. 113; Hervorhebungen im Original)

Inwiefern die erst- und letztgenannten Aspekte in der Entwicklungsphase des Befragungsinstruments berücksichtigt wurden, wird nachfolgend dargelegt. Die Untersuchung der Korrelationen zwischen den Indikatorvariablen sowie die Eignungsprüfung der Items bzw. die Itemanalyse folgen später in Kapitel 7.

Kriterien zur Entwicklung von Items zum Professionswissen
Wenn es um die Messung von Kompetenzen von Lehrpersonen geht, werden, wie Oser, Heinzer und Salzmann (2010) kritisieren, die zentralen Merkmale der pädagogischen Profession – „nämlich die Situativität, Authentizität, Komplexität und die Kontextgebundenheit des unterrichtlichen Handelns" (S. 6) – häufig vernachlässigt. Neben den Testgütekriterien (vgl. Kapitel 6.3.4) sind im Rahmen der Konstruktion eines Instruments zur Erhebung von domänenspezifischem Professionswissen deshalb weitere Kriterien zu berücksichtigen (Kessler, 2011, S. 47): Die Inhalte der Items sollen demnach *exemplarisch* mathematische Teilbereiche abbilden und inhaltlich *streuen,* um sicherzustellen, dass das zu messende Konstrukt umfassend, d. h. ausgehend von verschiedenen Wissensdimensionen erfragt wird. Zudem sollen die Items *curriculum- und fachvalide* sein, womit im Kontext dieser Arbeit einerseits der Bezug zu Themen der mathematischen Förderung von Kindern mit IB gemeint ist und andererseits die Verbindung zu zentralen mathematischen und mathematikdidaktischen Themenbereichen aus (sonder-)pädagogischer Sicht. Weiter ist wichtig, dass das erfragte Wissen, das die Basis für die Bearbeitung der Items bildet, auch für den Mathematikunterricht von Kindern mit IB benötigt wird und somit einen direkten *Unterrichtsbezug* aufweist. Wie die vorangegangenen Ausführungen (vgl. Kapitel 2 bis 5) zeigen, wurde die Einhaltung dieser spezifischen Kriterien durch die theoriefundierte Entwicklung des einzusetzenden Befragungsinstruments gewährleistet.

Messkonzeption und Vorgehensweise
Auf der Grundlage der zentralen Aspekte der Mathematikförderung von Kindern mit IB (vgl. Kapitel 4.2; 4.4) wurden Items entwickelt, um das professionelle fachliche und fachdidaktische Wissen von SHP zu erheben. Dabei wurden zuerst relevante Inhaltsbereiche bestimmt (Zahlen und Zahlaspekte, Zahlbegriffs- und Zählentwicklung, Mathematikunterricht für Kinder mit IB; vgl. Tabelle 3), um in einem zweiten Schritt zentral erscheinende Items zu entwerfen. Diese Vorgehensweise stützt sich auf die grundlegende Annahme des reflektiven Messmodells, dass die ermittelte bzw. beobachtete Leistung durch das dahinterliegende hypothetische Konstrukt des *mathematikspezifischen Professionswissens von SHP* verursacht wird (vgl. Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 109).

6.3.1 Entwicklung der Items: Frageformate und Erhebungsziele

Ein Teil des Entwicklungsprozesses fand im Rahmen des Projekts „Mathematisches Professionswissen von Lehrpersonen auf der Eingangsstufe" im Rahmen eines Vorprojektes an der Universität Zürich statt (vgl. Hepberger et al., 2015). Ausgehend von dieser Untersuchung konnten 11 Items sowie erste Ergebnisse genutzt werden, um das Befragungsinstrument mit spezifischen Items zum sonderpädagogischen Professionswissen zu ergänzen. Das Instrument setzt sich aus zwei Teilen zusammen (vgl. Tabelle 3): einem Teil zur Erfassung des Professionswissens (19 Items) und einem Teil zur Informationsgewinnung betreffend Einschätzungen und Erfahrungen von SHP (5 Items). Zugunsten einer ersten Übersicht werden die Items nachfolgend in Tabelle 3 entsprechend den definierten Inhaltsbereichen (Zahlen und Zahlaspekte, Zahlbegriffs- und Zählentwicklung, Mathematikunterricht für Kinder mit IB) dargestellt, wobei die vierte Spalte Auskunft darüber gibt, zu welchem Zweck die Items eingesetzt wurden. Die zweite Spalte enthält neben der Nummer des betreffenden Items auch den Hinweis, ob es sich um ein offenes Frageformat (C: Codierung durch zwei Raterinnen) oder gebundenes Format (L: Likert-Skala in Multiple-Choice-Item) mit Antwortvorgaben handelt.

Tabelle 3: Übersicht aller Items und bezwecktes Erhebungsziel

	Inhaltsbereich	Item-Nr.	Kurzbeschrieb	Theoretische Verortung	Erhebungsziel	
					Professionswissen	Informationsgewinnung
A	Zahlen und Zahlaspekte	C5	Eigenschaften der natürlichen Zahlen	Kapitel 5.2	x	
		C7	Besonderheit der Null	Kapitel 5.2	x	
		L15	ordinale und kardinale Zahlaspekte	Kapitel 4.2	x	
B	Zahlbegriffs- und Zähl-entwicklung	4	Zahlbegriffsmodelle in der Ausbildung	Kapitel 4.2		x
		L9, C13	Zählprinzipien	Kapitel 4.2.2	x	
		C6, C12	Zählkompetenz	Kapitel 4.2.2	x	
		C10	Subitizing	Kapitel 4.2.2	x	
		L14	Zahlbegriff	Kapitel 4.2	x	
		L21, L22	Pränumerik: Seriation, Klassifikation	Kapitel 4.2	x	
		L23	Teil-Ganzes bzw. Zahlzerlegung	Kapitel 4.2	x	
C	Mathematik-unterricht für Kinder mit IB	2, 3	Lehrmittel, Förderprogramme/Material	Kapitel 4.4		x
		1, 24	wichtige Aspekte, Herausforderungen	Kapitel 5.2		x
		C16, C17, C18, C19, C20	Eignung von Arbeitsmitteln und Veranschaulichungen	Kapitel 4.4.4	x	
		L8, L11	Konzepte von Mathematikunterricht	Kapitel 4.4.2	x	
	Total	∑ 24 [a] Items			∑ 19	∑ 5

[a] davon 11 kriterienorientierte/zu codierende Items (C), 8 Multiple-Choice-Items mit Likert-Skala (L)

Zum Einsatz offener Frageformate

In anderen Studien (vgl. Hill et al., 2004; Kunter et al., 2011) wurden unterschiedliche Frageformate, teilweise auch gemischt (beispielsweise bei der TEDS-M-Studie; vgl. Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2010), zur direkten Messung des Professionswissens von Lehrpersonen verwendet. Die unterschiedlichen Frageformate weisen entsprechend ihrer Machart spezifische Vor- und Nachteile auf, die es zu berücksichtigen gilt.

Werden bei einer Aufgabe in einem Befragungsinstrument keinerlei Antwortvorgaben gegeben, so entspricht diese dem offenen Itemformat. Dieses Frageformat wurde beispielsweise im Rahmen des COACTIV-Projekts eingesetzt (vgl. Baumert & Kunter, 2011b). Die Auswertung ist – gerade bei Papier-Bleistift-Versionen – wesentlich aufwendiger als bei anderen Frageformaten, resultiert dafür in umfangreicherem und differenzierterem Datenmaterial (Züll & Menold, 2014, S. 678). Die Form bietet auch hinsichtlich zentraler Gütekriterien Vorteile: „Offene Fragen eignen sich zur *Abfrage von Wissen* besser als geschlossene Fragen, weil sie nicht nur die Wahrscheinlichkeit, durch das Raten eine richtige Antwort zu erzielen, minimieren, sondern auch häufig zu reliableren und valideren Angaben führen“ (ebd., S. 714; Hervorhebung im Original).

Zum Einsatz geschlossener Frageformate

Im Gegensatz zu offenen Items werden bei gebundenen bzw. geschlossenen Itemformaten Antwortvorgaben zur Bearbeitung einer Frage vorgelegt. Jene wurden beispielsweise im Rahmen des LMT-Projekts von der Michigan-Gruppe (Hill, 2007; Hill et al., 2004) zur Messung des Professionswissens eingesetzt. Bei diesem Format kann anhand der Antworten der befragten Personen nur indirekt Rückschluss auf die Einschätzung einer Aussage gezogen werden, weshalb möglichst eindeutige Formulierungen einzusetzen sind, um auszuschliessen, dass unterschiedliche Vorstellungen mit einer vorgelegten Aussage verbunden werden (Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 118). Mehrdeutige Formulierungen sollten nach Weiber und Mühlhaus (ebd.) auch deshalb vermieden werden, da sie mit höheren kognitiven Anforderungen für die Befragten einhergehen. Bei den Multiple-Choice-Items muss jedoch damit gerechnet werden, dass ungewollte Einflüsse wie die Ratewahrscheinlichkeit oder die soziale Erwünschtheit (Jonkisz, Moosbrugger & Brandt, 2012, S. 44-57) mehr Gewicht haben als bei offenen Items bzw. dass allfällige Effekte auch schlechter kontrolliert werden können. Die Erhöhung der Antwortalternativen zur Verminderung der Ratewahrscheinlichkeit (ebd.) durch die Auswahlmöglichkeit „weiss nicht“ „bietet sich insbesondere dann an, wenn eine berechtigte Vermutung besteht, dass einige Probanden nicht über die nötige Kompetenz zur konstruktgetreuen Beurteilung der Aufgabe verfügen“ (Jonkisz et al., 2012, S. 54).

Des Weiteren kann auch die Auswahl mehrerer Antwortvorgaben die Ratewahrscheinlichkeit neutralisieren. Dabei empfiehlt sich nach Jonkisz et al. (ebd., S. 45) insbesondere der Einsatz geeigneter Distraktoren bzw. falscher Antwortvorgaben, wobei gilt, dass je mehr Distraktoren eingesetzt werden, desto geringer die Lösungswahrscheinlichkeit.

Beschreibung der verwendeten Frageformate im Befragungsinstrument
Von den 19 Items (vgl. Tabelle 3) entsprechen 8 Items dem gebundenen Frageformat mit Antwortvorgaben und enthalten Zustimmungsskalen bzw. Likert-Skalen (Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 118) mit einer trichotomen Abstufung (*ja*, *nein*, *weiss nicht* bzw. *stimme zu*, *stimme nicht zu*, *weiss nicht*).
Bei den entwickelten Items mit Multiple-Choice-Format wird im Unterschied zu den offenen Items auch die Option „weiss nicht" angeboten. Verschiedene Überlegungen und Erfahrungen aus den qualitativen Voruntersuchungen haben zur Entscheidung geführt, dass bei den offenen Items auf die „Weiss-nicht"-Kategorie verzichtet werden kann, da die Art und Weise der Probandenantwort (fehlend, fehlerhaft, korrekt usw.) genügend Auskunft darüber gibt, ob und in welchem Masse die befragte Person über das erfragte Wissen verfügt.
Ein Einblick in die verwendeten Items mit geschlossenem Itemformat findet sich verbunden mit ersten Ergebnissen in Kapitel 7.2.2.
Im Gegensatz zu den beiden eingesetzten Formaten bei den 19 kriterienorientierten Items zur Erfassung des Professionswissens werden bei den informationsgenerierenden Items offene und gemischte Itemformate (d. h. Antwortvorgaben und Ergänzungsmöglichkeiten) verwendet. Die Aufgaben zur Erfassung der Sichtweise von SHP (Items 1, 24) und zum Einsatz von Lehrmitteln (Item 2) werden mittels offener Fragen erhoben, wohingegen zur Ermittlung des Bekanntheitsgrads von Förderprogrammen/Materialien (Item 3) und in der SHP-Ausbildung eingesetzter Entwicklungsmodelle (Item 4) gemischte Itemformate verwendet werden.

6.3.2 Konstrukt-Operationalisierung mittels kriterienorientierter Items

Der Weg zu einer Konstrukt-Operationalisierung beinhaltet nach Weiber und Mühlhaus (2014) an erster Stelle die umfassende Auseinandersetzung mit theoretischen Annahmen um ausgehend davon „‚*empirische Gegengewichte*', d.h. beobachtbare Indikatoren zu deren Messung auf der Beobachtungsebene" (S. 103; Hervorhebung im Original) zu bestimmen. Wissen wird in Anlehnung an Lüders (2012, S. 776) als Indikator für Kompetenz verstanden (vgl. Kapitel 3.3), wobei es für das Konstrukt des „mathematikspezifischen Professionswissens von SHP" geeignete Indikatoren, basierend auf zentralen Inhaltsbereichen der mathematischen Förderung von Kindern mit IB, zu bestimmen gilt. Um die Eindeutigkeit der ermittelten Werte zu erhöhen, bietet sich die Berücksichtigung eines Vergleichsmassstabes bei der Dateninterpretation an (Goldhammer & Hartig, 2012), was durch die kriterienorientierte Interpretation der Probandinnen- und Probandenantworten ermöglicht wird:

> Bei der kriteriumsorientierten Testwertinterpretation […] wird die unkontrollierte Abhängigkeit des Testwertes von der Aufgabenauswahl von vornherein vermieden, insofern eine genaue theoretische Vorstellung darüber besteht, wie das Beantworten bestimmter Testaufgaben und somit der jeweilige Testwert mit einem genau definierten psychologisch-inhaltlichen Kriterium in Beziehung steht. (S. 175)

Nachfolgend wird deshalb zuerst aufgezeigt, welche theoretischen Komponenten die Ausgangslage für die Fragebogenkonstruktion bildeten, um dann anhand konkreter Itembeispiele Einblick in das entwickelte Befragungsinstrument und die Bewertung der kriterienorientierten Items zu geben.

Theoretische Komponenten des Konstrukts

Als inhaltliche Grundlage für den Entwicklungsprozess des Instruments diente der theoretische und konzeptionelle Hintergrund, der im vorangegangenen Theorieteil (Kapitel 3; 4) beleuchtet wurde. In Anlehnung an die beschriebenen empirischen Forschungsergebnisse und theoretischen Konstrukte der Professionalität erfolgte ausgehend von den wesentlichen Aspekten des sonderpädagogischen Wissens (vgl. Kapitel 5.2) die Operationalisierung des mathematikspezifischen Professionswissens von SHP im Kontext der Förderung von Kindern mit IB. In Analogie zu empirisch abgestützten Modellierungen professioneller Kompetenz von Lehrpersonen (z. B. dem MKT-Modell von Ball et al., 2008), umfasst das entwickelte Befragungsinstrument dabei Items zum fachlichen und fachdidaktischen Wissen. Diese beiden Wissensdimensionen lassen sich nach Blömeke, Suhl et al. (2010, S. 47) insofern voneinander unterscheiden, als es sich dann um mathematikdidaktische Aufgaben handelt, wenn sich diese nicht nur mithilfe von mathematischem Wissen lösen lassen. Zu beiden Dimensionen wurden Items entwickelt, die sich auf verschiedene Inhalte und Bereiche der mathematischen Förderung von Lernenden mit IB beziehen. Ziel war es, das domänenspezifische Wissen, das die Grundlage für das erfolgreiche Bewältigen professioneller sonderpädagogischer Aufgaben im Mathematikunterricht von Schülerinnen und Schülern mit IB bildet, möglichst praxisnah zu erfassen. Aus diesem Grund wurden die Items stets in Relation zur Personengruppe der Schülerinnen und Schüler mit besonderem Bildungsbedarf in Form einer IB formuliert. Die Themeninhalte der Items sind zudem eng an den mathematischen Unterrichtskontext gebunden und umfassen, wie nachfolgend dargelegt, verschiedene Facetten des fachspezifischen Professionswissens.

Fachdidaktisches Wissen und Fachwissen

Um das Professionswissen von SHP kriterienorientiert zu erheben, wurde mithilfe der Konzeptualisierung des *mathematical knowledge for teaching* von Ball et al. (2008) (vgl. Kapitel 3.2.2) versucht, die beiden Hauptdimensionen fachdidaktisches Wissen und Fachwissen mit genügend Items zu unterlegen. Hier muss angemerkt werden, dass die nachfolgend dargestellte theoretische Einordnung der Items in das MKT-Modell in erster Linie der Berücksichtigung verschiedener Wissensdimensionen dient. Wie die Tabelle 4 zeigt, beinhaltet die fachdidaktische Dimension in Anlehnung an Ball et al. (2008) Wissen über den Inhalt und die Schülerschaft bzw. deren Entwicklung sowie Wissen über den Inhalt und das Unterrichten (vgl. Kapitel 3.2.2). Das Fachwissen setzt sich dagegen aus spezialisiertem Wissen und allgemeinem Wissen zusammen (vgl. ebd.).

Tabelle 4: Itementwicklung und Berücksichtigung verschiedener Wissensdimensionen

Hauptdimension	**Bereich**	**Item-Nr.**	**Kurzbeschrieb**
fachdidaktisches Wissen	Inhalt und Schülerschaft / Entwicklung	C6	Hilfestellung Zählen
		L11	Konzepte von Mathematikunterricht
	Inhalt und Unterrichten	C16, C17, C18, C19, C20	Eignung von Arbeitsmitteln- und Veranschaulichungen
Fachwissen	Spezialisiertes Inhaltswissen	L8, L9, C10, C12, C13, L14	Erkenntnisse zur Zahlbegriffsentwicklung
		L15	Zahlaspekte
		L21, 22	Pränumerik: Seriation und Klassifikation
		L23	Teil-Ganzes bzw. Zahlzerlegung
	Allgemeines Inhaltswissen	C5	Unendlichkeit N_0
		C7	Bedeutung der Null
(in Anlehnung an Ball et al., 2008)		$\sum$ 19 Items	

Anmerkung: Die Tabelle enthält ausschliesslich kriterienorientierte Items.

Das Bearbeiten der Items erfordert von den Befragten somit fachdidaktisches Wissen, d. h., die SHP müssen in der Lage sein, mögliche Hilfestellungen beim Objektezählen (Item C6) zu geben und verschiedene Förderansätze (Item L11) sowie Arbeitsmittel und Veranschaulichungen (Items C16, C17, C18, C19, C20) im Hinblick auf die mathematische Förderung von Lernenden mit IB einzuschätzen.

Neben fachdidaktischem Wissen setzt die Bearbeitung der kriterienorientierten Items auch Fachwissen voraus, wobei sich dieses stets auf den Kontext des Mathematikunterrichts von Kindern mit IB bezieht und somit in untergeordneter Form auch pädagogisch-didaktische Elemente beinhaltet. Hierzu gehört vor allem spezialisiertes Fachwissen, d. h. Wissen zu dem in Kapitel 4.2.2 vorgestellten Skills-Integration-Modell (Items L8, L9, C10, C12, C13, L14) sowie zum pränumerischen Bereich (Items L21, 22), dem ordinalen und kardinalen Zahlaspekt (L15) und zur Zahlzerlegung (L23). Daneben wird auch mathematisches Fachwissen erfragt, beispielsweise das Wissen über die Unendlichkeit der natürlichen Zahlen (Item C5) oder das Wissen um die Bedeutung der Zahl Null als Symbol für die leere Menge (Item C7) (vgl. Kapitel 5.2, S. 129).

6.3.3 Zur Codierung der Items

In den vorangegangen Ausführungen wurde dargelegt, dass in der Entwicklung der Items die Abdeckung mehrerer Bereiche des professionellen Wissens angestrebt wurde. Zeitgleich zur Entwicklung wurde die kriterienorientierte Interpretationsgrundlage (das sogenannte Codiermanual) erstellt. Ausgehend von den ersten qualitativen Instrumentenerprobungen und Rückmeldungen erfolgten verschiedene Anpassungen, aus denen letztlich die für die Untersuchung verwendeten Instrumente (Befragungsinstrument und dazugehöriges Codiermanual) hervorgingen.
Die Antworten wurden entsprechend ihrem Inhalt mit einer dreistufigen Graduierung codiert (0: fehlende oder falsche Antwort, 1: teilweise korrekte Antwort, 2: korrekte Antwort). Die Codierung der Antworten zu den offenen Items wurde in einem ersten Schritt mittels Double-Blind-Verfahren zweier Raterinnen vorgenommen, um in einem nächsten Schritt eine gemeinsame Konsens-Codierung festzulegen. Die ersten 29 ausgefüllten Befragungsinstrumente dienten dabei als Codiertraining der beiden Raterinnen. Insbesondere bei den offenen Aufgabenformaten war die Bewertung der transkribierten Antworttexte mit hohen Anforderungen gekoppelt: Einerseits setzten Verständnis und Interpretation ein hohes Mass an Fachwissen, fachdidaktischem Wissen sowie Kontextwissen voraus. Andererseits wiesen die Textpassagen hinsichtlich verschiedener Merkmale wie Umfang, Verständlichkeit, Elaboriertheit und Aufgabenbezogenheit beträchtliche Unterschiede auf. Zugunsten einer einheitlichen Skalenlänge wurden auch Items mit gebundenem Format bzw. Multiple-Choice-Items mit derselben kategorialen Codierung durch die Aggregation der Anzahl richtiger Antworten bewertet, wobei die Summenwerte der Antwortvorgaben zur Vereinheitlichung der Werte ebenfalls in eine dreistufige Skala transformiert wurden. In Analogie zu den Bewertungsstufen der offenen Items wurde dabei ein entsprechendes Bewertungsmuster bzw. eine Transformationsregel für alle Items mit gebundenem Format berücksichtigt (0: 0–1 korrekte Antworten, 1: 2–3 korrekte Antworten, 2: 4–6 korrekte Antworten).
Nachfolgend wird sowohl die Operationalisierung des Konstrukts *mathematikspezifisches Professionswissen von SHP* anhand zweier Itembeispiele zum fachdidaktischen Wissen und zum Fachwissen dargelegt als auch Einblick in die Codierar-

beit gegeben. So werden im Anschluss an die Beispielitems (Abbildungen 26 und 27) jeweils die Bewertungskriterien für die trichotome Codierung (0-1-2) aufgeführt. Diese sowie ausgewählte „Ankerbeispiele“ (d. h. Beispielantworten der Befragten) bildeten die Ausgangslage für die Bewertung der Probandinnen- und Probandenantworten. Um die qualitativen Unterschiede zwischen den verschieden codierten Antworten deutlich zu machen, wird jeweils eine ausgewählte Beispielantwort pro Code exemplarisch aufgeführt. Weitere Antwortbeispiele zu einem offenen Item sowie Einblick in das Antwortverhalten der Befragten bezüglich der Items mit gebundenem Format finden sich im Ergebnisteil (vgl. Kapitel 7.2.2).

Item C6 zum fachdidaktischen Wissen: Wissen über Inhalt und Lernende

Alan, einem Kind mit einer geistigen Behinderung, wird ein Blatt vorgelegt, auf dem fünf Bienen abgebildet sind.   *Auf die Frage „Wie viele sind es?“ antwortet er sofort „Sieben!“*
Welche Hilfestellung geben Sie Alan, damit er die Anzahl Bienen richtig bestimmen kann?   ____________________   ____________________   ____________________   ____________________   ____________________

Abbildung 26: Beispielitem „Hilfestellung Zählen“ (Item C6/FB5)

Codierung:

0: keine/unkonkrete Hilfestellung, d. h. fehlende Anregung zur bevorstehenden Zählaktivität oder nur Anregung zur Wiederholung (ohne Anleitung, wie gezählt werden soll), wobei „gemeinsam“, „laut zählen“ und „unterstützen“ nicht als Hilfestellung gelten
- problematische Ansätze, z. B. Bienen ausschneiden und auf Finger kleben („Yes we can“)

1: mindestens eine konkrete Hilfestellung, die sich auf die Zählaktivität bezieht, z. B. ausschneiden, strukturieren, durchstreichen, Plättchen auflegen, 1:1-Zuordnung oder antippen, konkretes Material zählen (mit Bezug zur Fragestellung und zur Zählaktivität), oder zwei ähnliche Hilfestellungen, die sich auf die gleiche Aktivität beziehen

2: zwei oder mehr konkrete und voneinander unabhängige Hilfestellungen, die sich auf die Zählaktivität beziehen, z. B. strukturieren und ausschneiden

Beispielantworten:

0: Komm, wir zählen (73_d_PB_S).

1: Lege auf jede Biene einen Batzen. Dann nimm die Batzen und zähle, wie viele es sind (20_d_On_A).

2: Zählstreifen anbieten, Bienen ausschneiden lassen, auf den Zählstreifen legen, Bienen in einer Reihe anordnen, falls der Schüler das Würfelbild kennt, die Anordnung damit vergleichen, ihn mit dem Finger führen, die gezählte Biene abstreichen, einen Strich für jede Biene machen (28_d_On_A).

Item C21 mit gebundenem Format zum Fachwissen: Spezialisiertes Fachwissen

Welche Tätigkeiten passen zum Begriff Seriation?

Die Kinder …	ja	nein	weiss nicht
vergleichen die Anzahl Punkte von zwei Marienkäfern.	○	○	○
stellen sich der Grösse nach in einer Reihe auf.	○	○	○
ordnen Stifte nach der Farbe.	○	○	○
wägen Steine mit der Balkenwaage und legen sie nach Gewicht hin.	○	○	○
legen Steine und Muscheln abwechselnd in eine Reihe.	○	○	○
sortieren Messer und Gabeln und räumen sie in die Besteckschublade.	○	○	○

Abbildung 27: Beispielitem „Pränumerik: Seriation" (Item C21/FB17)
Anmerkung: Die Bewertung der Items mit gebundenem Itemformat erfolgte anhand der Aufsummierung richtiger Antwortvorgaben und der anschliessenden Codierung der Summe. Die korrekten Antworten sind dem Bewertungsmuster (blau) zu entnehmen.

Codierung:
0: 0–1 korrekte Antworten
1: 2–3 korrekte Antworten
2: 4–6 korrekte Antworten

Adaptation von Items mit gebundenem Format

Im Rahmen des Auswertungsprozesses wurden die Itemumfänge der gebundenen Aufgaben gekürzt, d. h., Antwortvorgaben, die sprachliche Einschränkungen aufwiesen (z. B. unklare oder widersprüchliche Formulierung) oder in ähnlicher Form doppelt vorkamen, wurden gestrichen und somit für die Berechnung der Gesamtleistung nicht berücksichtigt. Ausgehend von solchen Überlegungen sowie zur Vereinheitlichung der Skalenlänge der Items mit gebundenem Antwortformat wurden bei vier der insgesamt acht Items ein bis zwei Antwortvorgaben vor dem Codierprozess gestrichen. Durch diese Revision ergaben sich pro Item zwischen fünf und sechs Antwortvorgaben, wobei pro Aussage eine dreistufige Antwortskala (z. B. ja/nein/weiss nicht) zur Verfügung stand. Die mehrstufige Codierung erfolgte durch ein einheitliches Bewertungsmuster (0 Punkte: 0–1 korrekte Zuordnungen; 1 Punkt: 2–3 korrekte Zuordnungen; 2 Punkte 4–5 bzw. 4–6 korrekte Zuordnungen).

6.3.4 Testgütekriterien und Kriterien zur Itementwicklung

Gütekriterien sind für mehrere Prozessbereiche einer Untersuchung von Bedeutung (Krebs & Menold, 2014, S. 425), wobei nachfolgend die Kriterien hinsichtlich der Instrumentenentwicklung, Befragungsdurchführung und -auswertung sowie zur Entwicklung der Items im Vordergrund stehen. Die Güte des entwickelten

Befragungsinstruments und dessen Bestandteile ist Teil des Ergebniskapitels 7, jene des gesamten Untersuchungsdesigns wird abschliessend in Kapitel 9 thematisiert.

Objektivität

Grundsätzlich werden drei Formen der Objektivität unterschieden: die Durchführungs-, Datenauswertungs- und Interpretationsobjektivität (Moosbrugger & Kelava, 2012b, S. 8). Objektivität im quantitativen Forschungskontext bedeutet dabei, „dass die Untersuchung unabhängig von der Person der Forschenden die gleichen Ergebnisse liefert und dass darauf zu achten ist, dass immer der aktuelle Forschungsstand gewahrt bleibt" (Baur & Blasius, 2014, S. 46-47).

Die beiden Fragebogenversionen wurden in unterschiedlichen Erhebungssituationen eingesetzt, wodurch die Durchführungsbedingungen nur bedingt kontrolliert werden konnten. Obwohl Online-Erhebungen den Vorteil haben, dass sie in hohem Masse objektiv sein können, besteht hier die Gefahr, dass die *Durchführungsobjektivität* vermindert ist, zumal sich die Erhebungssituation hier nur bedingt standardisieren lässt (Moosbrugger & Kelava, 2012b, S. 9). Dagegen muss bei Befragungen vor Ort berücksichtigt werden, dass der Einfluss der Untersuchungsleitung möglichst gering gehalten wird (ebd.). Dies wurde insofern berücksichtigt, als sowohl bei der Online-Umfrage wie auch bei der Papierform die gleiche Einleitung präsentiert und das Befragungsinstrument inhaltlich identisch strukturiert wurde, wobei mögliche Reihenfolgeneffekte dennoch nicht ausgeschlossen werden können (Krebs & Menold, 2014, S. 427).

Um die *Auswertungs- und Interpretationsobjektivität* zu gewährleisten, wurde in einem Expertenkomitee ein Codierleitfaden entworfen, der die theoriebasierte Grundlage lieferte sowohl für die Beurteilung der Multiple-Choice-Items als auch für die Codierung der offenen Itemformate, die in einem ersten Schritt mittels Double-Blind-Verfahren erfolgte und in einer Konsens-Codierung zweier Raterinnen resultierte (vgl. Kapitel 6.3.3). Weiter wurden als Grundlage für die Auswertung der Items alle eingegangenen und verwertbaren Befragungsinstrumente bzw. die darin enthaltenen Antworten wörtlich transkribiert oder – im Fall der Online-Version – kopiert, wobei diejenigen der französischsprachigen Befragten vorab in einem kooperativen Übersetzungsprozess durch zwei Fachpersonen mit sonderpädagogischer Ausbildung aus der Deutschschweiz und der Romandie ins Deutsche übersetzt wurden.

Validität

Als Mass dafür, inwiefern vom Verhalten in der Befragungssituation auf das Verhalten ausserhalb der Befragungssituation geschlossen werden kann, dient die Validität (Moosbrugger & Kelava, 2012b, S. 13). Dieses wird in Bezug zur Untersuchungspraxis als wichtigstes Gütekriterium erachtet (Bortz & Döring, 2006, S. 200). Die *Augenscheinvalidität* gibt über die Glaubwürdigkeit Auskunft, dass das Konstrukt – hier das MPW von SHP – aufgrund des erfragten Inhalts und der Instrumentengestaltung gemessen werden kann (Moosbrugger & Kelava, 2012b, S. 15). Aufgrund der Berücksichtigung der zentralen Inhalte der mathematischen Förderung von Kindern mit IB und der gleichzeitigen Orientierung an den Hauptdimensionen professionellen Lehrpersonenwissens kann die Augenscheinvalidität als gegeben erachtet werden.

Ein Instrument ist dann *inhaltsvalide*, wenn die zentralsten Aspekte des zu messenden Konstrukts umfassend durch die Bestandteile des Instruments bzw. Items erfasst werden, was die präzise Definition des Itempools, der für die Konstrukt-Operationalisierung eingesetzt wird, voraussetzt (Bortz & Döring, 2006, S. 200). Letzteres wurde bereits in Kapitel 6.3.2 vorgenommen. Die statistische Auseinandersetzung mit der Inhaltsvalidität folgt später unter Verwendung der explorativen Faktorenanalyse in Kapitel 7.1.1. Da kein Aussenkriterium vorliegt, das mit dem zu messenden Konstrukt übereinstimmt, können im Rahmen dieser Arbeit keine Aussagen zur *Kriteriumsvalidität* gemacht werden (vgl. Bortz & Döring, 2006, S. 200-201). Theoretische Überlegungen zur *Handlungsvalidität* bzw. zur Bedeutung des Professionswissens als Ressource für das unterrichtliche Handeln wurden bereits in Kapitel 3.3.2 aufgeführt, wobei ausgehend von den Forschungsbefunden angenommen werden kann, dass das fachdidaktische Wissen handlungsrelevanter ist als das Fachwissen der Lehrpersonen. Diese These wird in Verbindung mit den später folgenden Ergebnissen in der Diskussion am Ende der Arbeit (vgl. Kapitel 9) reflektiert.

Zur Untersuchung der *Konstruktvalidität* eignen sich zwei verschiedene Herangehensweisen: der struktursuchende und der strukturprüfende Ansatz (Moosbrugger & Kelava, 2012b, S. 16). Eine Möglichkeit zur Überprüfung der Konstruktvalidität des entwickelten Befragungsinstruments bestünde in der konfirmatorischen Faktorenanalyse (CFA) (Moosbrugger & Schermelleh-Engel, 2012, S. 338), die jedoch mit einem neuen Datensatz durchgeführt werden müsste, „damit sich zufällige Charakteristika der ersten Stichprobe nicht gleichermassen auf beide Analysen auswirken können, was zu systematischen Fehlinterpretationen führen könnte“ (ebd.). In der vorliegenden Arbeit liegt deshalb der Fokus auf der struktursuchenden Auseinandersetzung mit der Konstruktvalidität (vgl. Kapitel 7.1.1), wobei auch die allfällige Gültigkeit der Hypothesen als Hinweis für Konstruktvalidität verstanden werden kann (Bortz & Döring, 2006, S. 201). Die Hypothesenprüfung wird in Kapitel 7.4 vorgenommen.

Reliabilität

Mit der Reliabilität wird die Genauigkeit beschrieben, mit der das Befragungs-

instrument die Merkmalsdimension erfasst, wobei die Frage, in welchem Masse die ermittelten Werte durch Störeinflüsse und Fehler beeinflusst wurden, im Zentrum steht (Moosbrugger & Kelava, 2012b, S. 11). Für die Bestimmung der *internen Konsistenz* ist die Bestimmung des Alphakoeffizienten (Cronbachs Alpha) am verbreitetsten (Bortz & Döring, 2006, S. 198). Cronbachs Alpha ist dabei abhängig von der Menge der Items als auch von ihrer Homogenität und Trennschärfe (Krebs & Menold, 2014, S. 430). Ein wichtiges Instrument zur Instrumentenentwicklung und -bewertung stellt hierbei die *Itemanalyse* (vgl. Kapitel 7.1.2) dar, zumal die Qualität des Instruments letztlich von der Art und Zusammensetzung der Items abhängig ist (Bortz & Döring, 2006, S. 217).
Die Auseinandersetzung mit diesen zentralen Reliabilitätsaspekten sowie – verbunden mit der Codierung der 19 kriterienorientierten Items – jenem der *Interrater-Reliabilität* wird in Kapitel 7.1.1 dargelegt.

6.4 Durchführung der Vor- und Hauptuntersuchung

Voruntersuchung: Item- und Instrumentenerprobung
In einem vorangegangenen Projekt zum Professionswissen auf der Eingangsstufe wurde, wie bereits erwähnt (vgl. Kapitel 6.2), ein Befragungsinstrument entwickelt und mit einer Stichprobe von rund hundert Lehrpersonen der Eingangsstufe erprobt, von denen damals einige die SHP-Ausbildung absolvierten. Aus diesem Itempool konnten 11 Items für die Entwicklung des Befragungsinstruments für SHP übernommen und adaptiert werden. Diese wurden in einem ersten Instrumentenentwurf um neue Items, die sich spezifisch auf die Mathematikförderung von Kindern mit IB beziehen, ergänzt. Diese Fragebogenversion wurde einigen SHP sowie Expertinnen und Experten (Dozierenden der Mathematikdidaktik und Sonderpädagogik) zur Beurteilung und Einschätzung vorgelegt. Aufgrund der eingegangenen Rückmeldungen wurde das Instrument überarbeitet und um weitere qualitative Elemente (zwei Items: Nr. 1 und 24) ergänzt, wonach dieses im Anschluss mit einer Stichprobe von 11 SHP erprobt wurde.
Ein Item erwies sich nach der Erprobung als überarbeitungsbedürftig und wurde nach der Revision erneut einer kleinen Stichprobe (N = 7) vorgelegt. Aus der qualitativen Voruntersuchung gingen damit der definitive Itempool ($\sum$ 24 Items) sowie die vorläufige Version des Codiermanuals für die kriterienorientierten Items (19 von insgesamt 24 Items) hervor.

6.4.1 Beschreibung der Stichprobe

Aspekte der Stichprobenrekrutierung
Die Untersuchungsteilnahme erfolgte auf freiwilliger Basis (vgl. Bortz & Döring,

2006, S. 75), wobei ein Teil der Stichprobe (N = 20) aus dem Projekt SirIus („Soutenir l'intégration – Integration unterstützen“) der Universität Zürich (Felder et al., 2014; Schnepel et al., 2015) genutzt werden konnte (vgl. Tabelle 5). Im Rahmen des SirIus-Projekts wurde die Probandinnen- und Probandenrekrutierung mittels Anschreiben der zuständigen kantonalen Stellen vorgenommen. Abgesehen davon erfolgte die Rekrutierung der Befragten vorwiegend über persönliche Kontakte zu Schulleitungen von Sonderschulen, Verantwortlichen für die integrative Schulung oder Abteilungsleitungen von Ausbildungsinstitutionen. Durch die Anfrage verschiedener Stellen wurde beabsichtigt, sowohl SHP-Studierende als auch SHP bzw. Personen in dieser Funktion aus verschiedenen Schulformen, in denen Kindern mit IB unterrichtet werden, zu erreichen.

Im Unterschied zu den über ihren Arbeitsort rekrutierten Personen waren die Studierenden in Schulischer Heilpädagogik, die sich zumeist am Ende ihrer Ausbildung befanden, nicht mehr an der Ausbildungsstätte erreichbar, da sie zu jenem Zeitpunkt nur noch wenige Module am Ausbildungsort besuchen mussten. Je nach Situation wurde deshalb auf eine Erhebung mittels Online-Umfrage zurückgegriffen.

Tabelle 5: Zusammensetzung der realisierten Stichprobe nach Rekrutierungsstelle

Angefragte Institutionen/Schulen	**Anzahl Personen**	**Angabe in Prozent**	**Befragungsversion**	
			Papier-Bleistift	Online
Ausbildungsinstitutionen	54	40.0	32	22
Sonderschulen	39	28.9	34	5
Integrative Schulen (nicht SirIus)	22	16.3	15	7
Integrative Schulen (SirIus-Projekt)	20	14.8	20	-
Gesamt	135	100	101	34

Allgemeine Stichprobenbeschreibung

Insgesamt kamen 162 Fragebögen zurück, wovon 27 nicht berücksichtigt werden konnten, da sie entweder nur teilweise ausgefüllt worden waren (N = 24) oder die befragten Personen zum Befragungszeitpunkt keinen Mathematikunterricht erteilten, da sie ausschliesslich für andere Unterrichtsfunktionen wie Hauswirtschaft angestellt waren (N = 2). Ein Fragebogen musste ausgeschlossen werden, weil er von zwei Personen gemeinsam ausgefüllt worden war. Übrig blieben somit 135 bearbeitete Befragungsinstrumente, die für die Datenanalyse genutzt werden konnten. Zum Einsatz kam vorwiegend die Papier-Bleistift-Version (N = 101), weniger Personen, vorwiegend Studierende oder integrativ tätige Fachpersonen, nahmen via Online-Tool an der Umfrage teil (N = 34).

Am Ende der Befragung wurden demografische und andere Angaben erfragt, die für die Datenzuordnung sowie die zu untersuchenden Fragestellungen von Bedeutung sind (vgl. Jonkisz et al., 2012, S. 69). Dabei wurden die üblichen Personen-merkmale wie Alter und Geschlecht erhoben, aber auch berufsspezifische Eckdaten zur Arbeitssituation (Schulform und Schulstufe) sowie zum Ausbildungshintergrund. Die Zuordnung zur Sprachregion konnte – verbunden mit dem in zwei Sprachversionen entwickelten Befragungsinstrument – direkt vorgenommen werden. Die ermittelten Angaben zu demografischen und arbeitsspezifischen Merkmalen der Gesamtstichprobe (N = 135) werden in der nachfolgenden Tabelle 6 zusammenfassend aufgeführt.

Tabelle 6: Merkmale zur Stichprobenbeschreibung

Soziodemografische Merkmale (N = 135)			
Merkmal	Differenzierung	Anzahl Personen (N = 135)	Angabe in Prozent
Alter	20–30	22	16.3
	31–40	36	26.7
	42–50	43	31.9
	51–65	34	25.2
Sprache	Deutsch	102	75.6
	Französisch	33	24.4
Geschlecht	weiblich	118	87.4
	männlich	17	12.6
Ausbildung	im SHP-Studium	64	47.4
	mit Diplom/MA SHP	51	37.8
	Lehrperson für GB (BFF)	9	6.7
	andere Ausbildung	11	8.1
Arbeitsspezifische Merkmale (N = 135)			
Schulform	integrativ	68	50.4
	separativ	58	43.0
	andere[a]	9	6.7
Schulstufe	Primarstufe	85	63.0
	Oberstufe bis Werkstufe	20	14.8
	Kindergarten/Grundstufe	16	11.9
	mehrere Stufen	5	3.7

[a] *Anmerkung:* davon 2 Personen in anderer Funktion, 7 Personen ohne Angabe

Wie die Tabelle 6 zeigt, stammt ein Grossteil des befragten sonderpädagogischen Fachpersonals aus der Deutschschweiz und ist weiblich. Alle Alterskategorien sind ähnlich stark vertreten, wobei die jüngste Altersgruppe am schwächsten und die Gruppe der 41- bis 50-Jährigen am stärksten vertreten ist. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die SHP-Ausbildung eine Grundausbildung in Form eines Lehrdiploms voraussetzt und somit jüngere Personen weniger stark in diesem Beruf vertreten sind als Lehrpersonen, die z. B. nach einigen Jahren Praxiserfahrung als Regellehrperson die SHP-Ausbildung absolvieren.
Unabhängig davon, welchen Ausbildungshintergrund die Befragten mitbringen, wurde die Schulform erfragt. Gut die Hälfte der Befragten arbeitet in integrativen Schulformen, wobei der Grossteil von ihnen (49 von insgesamt 68) für die Förderung von Kindern mit IB zuständig ist. 55 der 58 separativ tätigen Personen arbeiten in einer Heilpädagogischen Schule für Kinder mit besonderem Bildungsbedarf

(zumeist aufgrund einer IB). Zwei Personen arbeiten in Sonderschulen mit dem Schwerpunkt Verhalten, eine Person ist in der Sonderschule Sprache tätig. Nur zwei der Befragten geben an, in anderen Funktionen (heilpädagogische Früherziehung; Klassenlehrperson Primarschule) zu arbeiten. Von sieben Befragten fehlen Angaben zur Schulform und Schulstufe, jedoch kann aufgrund deren Ausbildungshintergrund und/oder sonstiger Angaben davon ausgegangen werden, dass diese dennoch berufstätig sind. Eine SHP-Vollzeitstudierende geht keiner pädagogischen oder heilpädagogischen Tätigkeit nach und gibt an, noch keine Berufserfahrung zu haben.
Die Mehrheit der Befragten arbeitet auf der Primarstufe. Eine der insgesamt 86 Fachpersonen, die auf der Primarstufe tätig sind, arbeitet als Klassenlehrperson an der Regelschule, absolviert daneben jedoch die Ausbildung als SHP. Deutlich weniger Personen arbeiten mit älteren Schülerinnen und Schülern: 16 der Befragten arbeiten auf der Ober- bzw. Sekundarstufe und vier auf der Werkstufe (Förderung von Jugendlichen mit IB ab 16 Jahren). Im Kindergarten sind zwölf der befragten Fachpersonen tätig, vier arbeiten auf der Basis- und Grundstufe (Kindergarten bis 1./2. Klasse). Fünf SHP geben an, dass sie auf mehreren Stufen arbeiten, d. h. auf mindestens zwei unterschiedlichen Schulstufen. Die drei deutschsprachigen SHP, die auf mehreren Schulstufen tätig sind, arbeiten dabei alle an Sonderschulen und unterrichten auf jeweils zwei bis drei aneinander anschliessenden Stufen (z. B. Mittelstufe an der Primarschule und Oberstufe an der Sekundarschule). Die beiden französischsprachigen SHP, die ebenfalls auf mehreren Stufen tätig sind, müssen dagegen weit auseinanderliegende Schulstufen abdecken: Eine integrativ tätige SHP ist für die Förderung von Kindern in Klassen der 2. Primarstufe bis und mit zur 1. Oberstufe zuständig; eine andere arbeitet in der Integration im Kindergarten, einer 2. und 3. Primarklasse sowie in der 1. bis 3. Oberstufenklasse und stellt damit einen Ausnahmefall dar.

Ausbildungshintergrund der befragten Personen

Ausgehend von den in Kapitel 6.1 vorgestellten Fragestellungen und Hypothesen interessierten insbesondere die Ausbildungshintergründe der befragten Personen. Diese erweisen sich als stark heterogen, wie die folgende Abbildung 28 veranschaulicht.

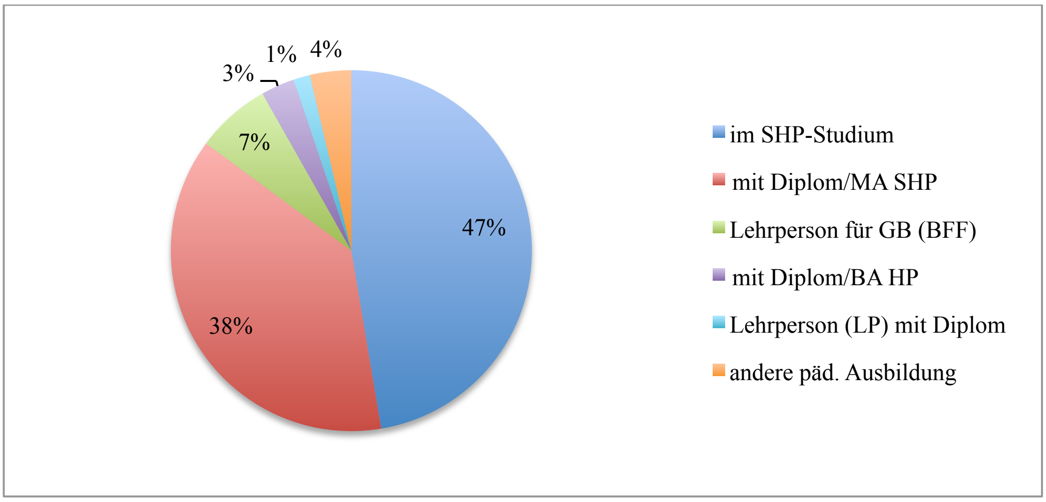

Abbildung 28: Ausbildungshintergrund in der Gesamtstichprobe
Anmerkung: N = 135

Wie in der allgemeinen Beschreibung der Stichprobe dargelegt, sind abgesehen von zwei Probandinnen alle Befragten in der Funktion als SHP tätig. Dies, obwohl nicht alle Befragten über eine Ausbildung in Schulischer Heilpädagogik mitbringen: Knapp die Hälfte der Probandinnen und Probanden befindet sich zum Befragungszeitpunkt in der SHP-Ausbildung, wobei 61 der insgesamt 64 Studierenden das Studium berufsbegleitend absolvieren und drei ein Vollzeitstudium machen. Zwölf der Befragten studieren Schulische Heilpädagogik mit einem Studienschwerpunkt, der auf der Förderung von Personen mit IB liegt. Die Wahl eines Studienschwerpunkts ist jedoch nicht an allen Ausbildungsinstitutionen möglich, womit die verschiedenen Gruppen, die *im SHP-Studium* sind, zusammengefasst dargestellt werden.

Fast 40% der Befragten verfügen bereits über eine Ausbildung in Schulischer Heilpädagogik, d. h., sie haben ein entsprechendes Diplom in Schulischer Heilpädagogik und/oder können einen Masterabschluss in Schulischer Heilpädagogik vorweisen. Auch von diesen 51 Personen *mit Diplom/MA SHP* geben zehn Personen an, dass sie in ihrer damaligen SHP-Ausbildung einen Schwerpunkt gewählt haben, der sich auf die Förderung der Personengruppe mit IB bezieht.

Neben der SHP-Ausbildung gibt es noch eine weitere heilpädagogische Ausbildungsmöglichkeit: die sogenannte BFF-Ausbildung (vgl. S. 8), die 2010 rückwirkend durch die EDK anerkannt wurde und damit ebenfalls für das Unterrichten von Schülerinnen und Schülern mit IB berechtigt (vgl. BFF 2010, S. 21). Die Ausbildungsbezeichnung *Lehrperson für GB (BFF)* steht für die damalige Ausbildung zur „Lehrperson für Geistigbehinderte“ (LG) an der Berufs-, Fach- und Fortbildungsschule (BFF) in Bern, die 2009 eingestellt wurde (BFF, 2009, S. 53-54). Von den 135 Probandinnen und Probanden haben neun Befragte (bzw. 7% der realisierten Stichprobe) die BFF-Ausbildung absolviert.

Es gibt auch vereinzelt Fachpersonen (N = 4) mit *Diplom/BA HP*, die in der Funk-

tion als SHP unterrichten, aber lediglich eine heilpädagogische Grundausbildung haben bzw. über ein Diplom oder einen Bachelor (BA) in Klinischer Heilpädagogik (HP) verfügen.
Auch unterrichten zwei *Lehrpersonen,* die nur für den Unterricht als Regelklassenlehrkraft für die Primarstufe ausgebildet sind, Schülerinnen und Schüler mit IB. Die übrigen fünf Personen, die allesamt als SHP tätig sind, bringen verschiedene *andere pädagogische Ausbildungen* mit. Diese Personen verfügen beispielsweise über Zusatzausbildungen in anderen Bereichen (wie Psychomotorische Therapie oder Systemische Beratung), haben eine anthroposophische Ausbildung absolviert oder verfügen über eine Arbeitszulassung als SHP durch das zuständige kantonale Volksschulamt.

Ausbildungen der über die verschiedenen Schulformen rekrutierten Personen
Im Rahmen der Untersuchung wurden sonderpädagogische Fachpersonen über den direkten Kontakt zu den Regel- oder Sonderschulen für die Teilnahme an der Befragung angefragt. Nachfolgend wird der Ausbildungshintergrund von einem Teil der Stichprobe dargestellt, d. h. unter Ausschluss derjenigen Personen, die über ihre Ausbildungsinstitution angefragt wurden. Abbildung 29 bezieht sich damit einzig auf diejenigen 81 Personen, die über die Kontaktaufnahme zum betreffenden Arbeitsort bzw. zu ihrer Schule an der Umfrage teilgenommen haben.

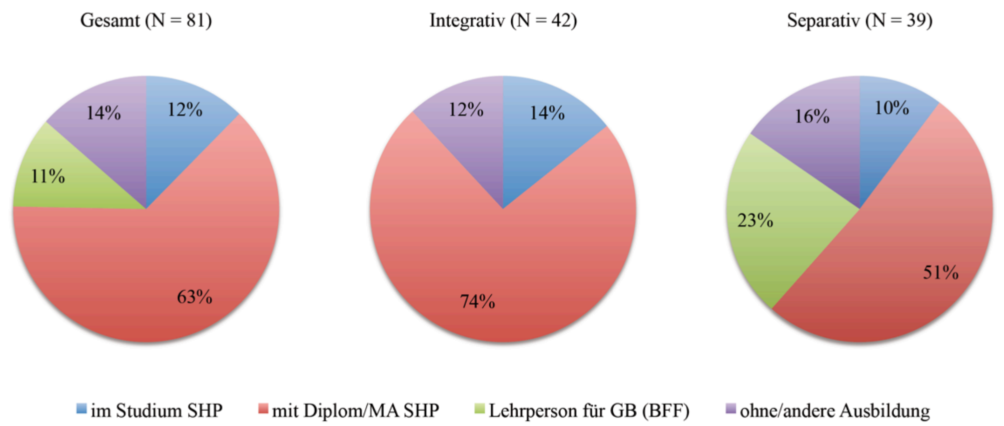

Abbildung 29: Ausbildungshintergründe der über ihren Arbeitsort rekrutierten Befragten
Anmerkung: N = 81

Der Überblick zeigt, dass von den 81 Personen, die über ihre Schule den Zugang zur Umfrage gefunden haben, über die Hälfte die entsprechende SHP-Ausbildung mitbringt. Die übrigen rund 40% der Befragten verteilen sich im Hinblick auf ihre Ausbildung relativ gleichmässig auf das SHP-Studium, die BFF-Ausbildung sowie übrige pädagogische und/oder heilpädagogische Ausbildungen. Von den 42 Fachpersonen, die integrativ, d. h. im Rahmen der integrativen Förderung in einer Regelschule tätig sind, verfügen prozentual drei Viertel der Personen über ein Diplom oder einen Masterabschluss in SHP, während rund je ein Achtel noch das

Studium absolviert oder keine bzw. eine andere Ausbildung (für genauere Angaben vgl. Abbildung 28, S. 153) vorweisen kann. Auffallend ist, dass an den Heilpädagogischen Schulen besonders viele Lehrkräfte mit einer BFF-Ausbildung arbeiten und lediglich ein Zehntel der separativ tätigen SHP zum Befragungszeitpunkt das Studium absolviert. Auch arbeiten häufiger Personen in Sonderschulformen ohne umfassende Ausbildung in Schulischer Heilpädagogik als in der integrativen Förderung.

Für die Hypothesenprüfung unterschiedene drei Ausbildungsgruppen
Um die Hypothesenprüfung vornehmen zu können, wurden ausgehend von der Gesamtstichprobe drei Gruppen gebildet: 1) Studierende in Schulischer Heilpädagogik, 2) Schulische Heilpädagoginnen und Heilpädagogen mit einem Diplom oder einem Masterabschluss (MA) in Schulischer Heilpädagogik (mit oder ohne Studienschwerpunkt) sowie 3) Fachpersonen mit anderen pädagogischen oder heilpädagogischen Ausbildungen wie z. B. der BFF-Ausbildung. Es wird vermutet, dass Personen, die das SHP-Studium absolvieren bzw. abgeschlossen haben, über andere Wissensgrundlagen hinsichtlich der mathematischen Förderung verfügen als Personen, die nicht über eine SHP-Ausbildung verfügen. Nachfolgend wird als Grundlage für die Hypothesenprüfung auch die Verteilung der Ausbildungsgruppen hinsichtlich verschiedener Merkmale berücksichtigt. Damit wird das Ziel verfolgt, die Interpretation der Ergebnisse zu erleichtern und möglichen Fehlinterpretationen vorzubeugen.

Tabelle 7: Zusammensetzung der drei Ausbildungsgruppen hinsichtlich Sprache und Geschlecht

Ausbildungshintergrund	**N**	**%**	**Verteilungen in Prozent** nach Sprache		nach Geschlecht	
			Deutsch	Franz.	w	m
1) SHP Studierende	64	47.4	28.1	19.3	43.0	4.4
2) Diplom/MA SHP	51	37.8	32.6	5.2	32.6	5.2
3) ohne/andere Ausbildung	20	14.8	14.8	0	11.9	3.0
Gesamt	135	100	75.6	24.4	87.4	12.6

Hinsichtlich der Sprachenverteilung der einzelnen Gruppen zeigt sich, dass französischsprachige Probandinnen und Probanden grösstenteils SHP-Studierende sind, während die Gruppe der deutschsprachigen Befragten stark heterogene Ausbildungshintergründe aufweist. Die meisten Befragten sind weiblich.
Aufschlussreich ist hingegen die Zusammensetzung der vier Alterskategorien vor dem Hintergrund der drei Ausbildungsgruppen, wie das Balkendiagramm in Abbildung 30 veranschaulicht: Entsprechend den vier mittels Likert-Skala erhobenen Altersgruppen zeigt sich, dass sich jüngere Probandinnen und Probanden häufiger im SHP-Studium befinden, während ältere Befragte eher über eine abgeschlossene

SHP-Ausbildung in Form eines Diploms- und/oder Masterabschlusses in Schulischer Heilpädagogik verfügen. Ältere Fachpersonen arbeiten im Vergleich zu jüngeren Befragten zudem häufiger in der Funktion als SHP, ohne die SHP-Ausbildung absolviert zu haben.

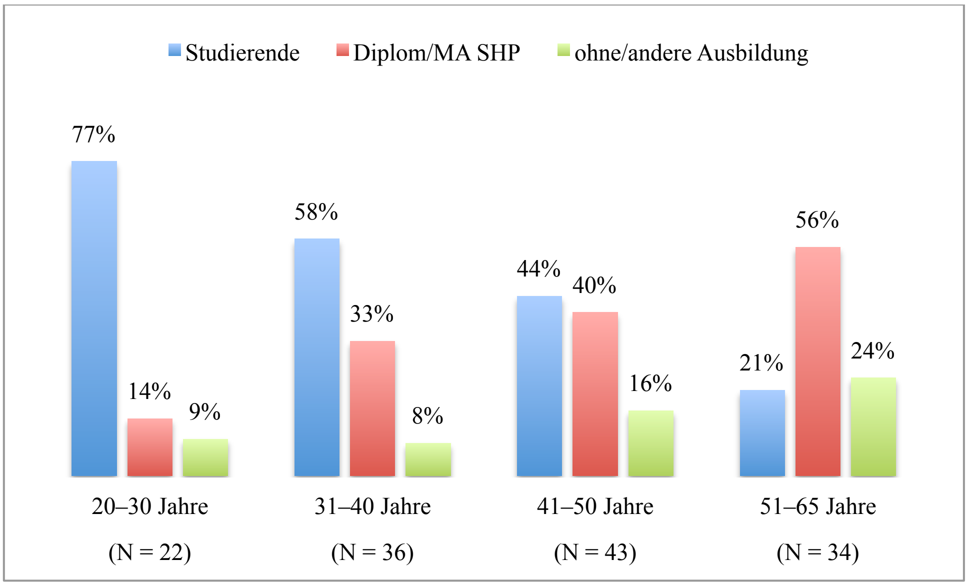

Abbildung 30: Unterschiedliche Ausbildungen der Befragten vor dem Hintergrund der Altersgruppen

Berufserfahrung der SHP und der in der Funktion als SHP tätigen Personen

Die Erfassung der Berufserfahrung erfolgte in Anzahl Jahren. Es wurde auch versucht, die Erfahrung jener Fachpersonen zu erheben, die in der *Funktion* als SHP tätig sind, unabhängig davon, ob sie sich noch im Studium befinden oder eine abgeschlossene Ausbildung haben. Jedoch waren die Angaben grösstenteils lückenhaft, weshalb hinsichtlich der Berufserfahrung der Studierendengruppe und der Personengruppe ohne SHP-Ausbildung insgesamt keine eindeutigen Aussagen gemacht werden können, sondern nur vorsichtige Beschreibungen möglich sind.

Eindeutigere Aussagen sind bei SHP mit einem Diplom oder einem Masterabschluss in Schulischer Heilpädagogik (51 von insgesamt 135 Befragten) möglich: Bei einem Mittelwert von 10.4 Jahren an Berufserfahrung als SHP zeigen sich heterogene Voraussetzungen (vgl. Tabelle 8). Der Grossteil der Personen mit Diplom/MA SHP (42 der insgesamt 51 Personen) verfügt über eine Berufserfahrung von zwischen einem Jahr und 15 Jahren seit Abschluss der SHP-Ausbildung, wobei die Verteilung über die Jahre relativ gleichmässig ausfällt, wie die Tabelle 8 zeigt. Nur bei fünf SHP liegt die SHP-Ausbildung bereits 16 bis 20 Jahre zurück, bei einer Person liegt sie 24 Jahre zurück und drei Befragte können eine Erfahrung von zwischen 30 und 34 Jahren in der Tätigkeit als SHP vorweisen.

Tabelle 8: Berufserfahrung seit Abschluss der Ausbildung in SHP (Diplom/MA SHP)

Berufserfahrung in Anzahl Jahren	**N**	**%**
1–5 Jahre	17	33.3
6–10 Jahre	10	19.6
11–15 Jahre	15	29.4
16–20 Jahre	5	9.8
21–25 Jahre	1	2
über 25 Jahre	3	5.9
Gesamt	51 von N = 135	37.8 von 100%

6.4.2 Bedingungen und Vorgehensweisen bei der Hauptuntersuchung

Verwendung unterschiedlicher Fragebogenversionen

Wie dem Untersuchungsplan zu entnehmen ist (vgl. Abbildung 25, S. 136), erfolgte die Hauptuntersuchung an mehreren Erhebungsorten (Ausbildungsinstitutionen, Regel- und Sonderschulen) in der Deutsch- und Westschweiz mittels inhaltlich übereinstimmender Fragebogenformen. Als Ausgangslage für die Untersuchung in beiden Sprachregionen wurde im Rahmen des Entwicklungsprozesses eine präzise Übersetzung des Instruments durch französischsprachige Fachpersonen mit sonderpädagogischem Ausbildungshintergrund vorgenommen.

Im Rahmen dieser Untersuchung waren vor allem die zeitliche und räumliche Unabhängigkeit als Vorteile von Online-Umfragen (Wagner & Hering, 2014, S. 662) und die damit verbundene erhöhte Erreichbarkeit der Befragten ausschlaggebend für den kombinierten Einsatz der beiden Fragebogenversionen.

Die Einstellungen des verwendeten Online-Umfrage-Tools SurveyMonkey wurden so festgelegt, dass die Bedingungen mit jenen der Papier-Bleistift-Version weitestgehend übereinstimmten. So wurden beispielsweise keine Antworten „erzwungen" – was jedoch dazu führte, dass einige der bearbeiteten Befragungsinstrumente aufgrund von Missing Data aus der Untersuchung ausgeschlossen werden mussten.

Zur Durchführung der Hauptuntersuchung

Die Befragungen wurden mehrheitlich mittels postaler Zustellung der Papier-Bleistift-Version oder mittels Link zur Online-Befragung und somit grösstenteils ohne Anwesenheit einer Untersuchungsleitung durchgeführt. Die unkontrollierte Erhebungssituation (vgl. Bortz & Döring, 2006, S. 256) wurde dabei zugunsten der Rekrutierung einer möglichst grossen Stichprobe in Kauf genommen. Bei der Befragung der SHP, die im Rahmen des Projekts SirIus (Felder et al., 2014; Schnepel et al., 2015) an der Umfrage teilnahmen, sowie an zwei weiteren Befragungsstandorten waren die Befragungen jeweils in Weiterbildungsnachmittage eingebettet und wurden deshalb unter Anwesenheit von Untersuchungsleiterinnen durchgeführt. Um vergleichbare Untersuchungsbedingungen zu schaffen, wurden

Inhalte der Mathematikförderung dabei erst im Anschluss an die Durchführung der Befragung besprochen. Die Untersuchungsleiterinnen hatten hier lediglich den Auftrag, die Fragebögen zu verteilen und nach Abschluss der Bearbeitung wieder einzusammeln.

6.5 Statistische Methoden

Die hypothesenprüfende Untersuchung, die sich, wie vorab in Kapitel 6.3.2 beschrieben, auf den Themenbereich des Professionswissens sowie die Operationalisierung desselben bezieht, umfasst zwei Hauptpfeiler: einen ersten Teil zur Strukturierung des Konstrukts *mathematikspezifisches Professionswissen (MPW) von SHP* und einen zweiten, der das MPW von SHP unter Berücksichtigung möglicher Gruppenunterschiede sowie Einflussfaktoren untersucht. Die gewählten Methoden entsprechen der Klassischen Testtheorie (KTT), einem gängigen Verfahren zur Evaluation von Befragungsinstrumenten (Moosbrugger, 2012, S. 115).

Explorative Faktorenanalyse zur Untersuchung der MPW-Dimensionierung (F1)
Zur struktursuchenden Auseinandersetzung mit dem zu messenden Konstrukt bietet sich die explorative Faktorenanalyse (EFA) an, ein heuristisches und datenreduzierendes Verfahren, das es ermöglicht, „korrelierende Variablen auf höherer Abstraktionsebene zu Faktoren zusammenzufassen“ (Bortz & Döring, 2006, S. 378). Mittels der EFA soll untersucht werden, welche Dimensionen das *mathematikspezifische Professionswissen von SHP* aufweist. Wenn „eine Beschreibung erfolgen soll, welche Items deskriptiv zu einer Komponente zusammengefasst werden können“ (Bühner, 2011, S. 349), bietet sich die Hauptkomponentenanalyse an (Bortz & Schuster, 2010, S. 388).
Einen ersten allgemeinen Eindruck zu den Gemeinsamkeiten der untersuchten Variablen liefern das Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium (KMO) und der Bartlett-Test auf Sphärizität (Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 132-133). Im Rahmen der Prüfung des Messmodells werden zudem die Gütekriterien der sogenannten „ersten Generation“ (ebd., S. 129) untersucht, welche die Reliabilitätsanalyse sowie die Auseinandersetzung mit den Korrelationen beinhalten (ebd., S. 130). Für die Güteprüfung von reflektiven Messmodellen empfiehlt sich das Vorgehen in zwei Schritten bzw. die Prüfung von Kriterien der ersten und zweiten Generation, wobei die vorliegende Arbeit sich im Rahmen der EFA auf die Kriterien der ersten Generation beschränkt (vgl. Tabelle 9). Die Ergebnisse der EFA sowie die Darstellung damit verbundener Prüfgrössen findet sich im Ergebnisteil (vgl. Kapitel 7.3.1). Nachfolgend werden zugunsten einer Übersicht die zentralen Kriterien der umzusetzenden Güteprüfung sowie die dafür bestimmten Anspruchsniveaus veranschaulicht. Dabei gilt zu beachten, dass die angegebenen Schwellenwerte lediglich als Richtli-

nien zu verstehen sind (Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 141), die abhängig von verschiedenen Kontextvariablen (wie Heterogenität der Stichprobe, Art des Instruments und Merkmalsbeschaffenheit) sind (Bühner, 2011, S. 81).

Tabelle 9: Gewählte statistische Methoden im Untersuchungsprozess der Forschungsfrage F1

Prüfung der Voraussetzungen	
Analyseschritt	Bewertungsindikator
Ebene des Gesamtkonstrukts: Prüfung des gesamten Itempools (durch Korrelationsmatrix)	- KMO-Koeffizient ≥ .60 - Bartlett-Test sig. mit $p < .05$
Ebene der Indikatoren: Prüfung auf Itemebene	- Masse der Stichprobeneignung (MSA[a]) ≥ .50 - Kommunalitäten $h^2 > .40$
Gütekriterien der ersten Generation: Analyseschritte und Bewertungsindikatoren	
Reliabilitätsprüfung	Validitätsprüfung
Indikatorreliabilität - korrigierte Trennschärfe bzw. korrigierte Item-Skala-Korrelation - Cronbachs α unter Weglassung des Items $r^{it} > .30$	EFA für Gesamtkonstrukt Bestimmung der Faktorenanzahl durch - Betrachtung des Screeplot - Kaiser-Kriterium: Eigenwerte > 1.0 - kumulierte Varianzerklärung ≥ 50%
Konstruktreliabilität - Cronbachs α für Gesamtkonstrukt - Cronbachs α für Subkonstrukte - mittlere Itemkorrelation (MIC[b]) .40 < MIC > .20	Inhalts- und Expertenvalidität - Begutachtung des Instruments durch Expertinnen und Experten

Anmerkung: [a] MSA: *measures of sampling adequacy,* [b] MIC: *mean inter-item-correlation*
Die Tabelle wurde in Anlehnung an Weiber und Mühlhaus (2014, S. 130) erstellt (*vgl. hinsichtlich Anspruchsniveaus:* KMO (Bühner, 2011, S. 347); MSA (Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 132); Kommunalitäten (Fabrigar, MacCallum, Wegener & Strahan, 1999, S. 276); Trennschärfe (Bühner, 2011, S. 81); Varianzerklärung über 50% (Homburg & Giering, 1996, S. 12); Ablauf der EFA (Cleff, 2015, S. 224; Moosbrugger & Kelava, 2012b); MIC (Bühner, 2011, S. 243)).

Bildung des Summenwerts als Ausgangspunkt für die Hypothesenprüfung

Um die Hypothesenprüfung hinsichtlich des mathematikspezifischen Professionswissens von SHP vorzunehmen, wurde mit dem Gesamtsummenwert bzw. „Rohwert" der 19 entwickelten Items (vgl. Tabelle 4, S. 143) gerechnet. Im Umgang mit Leistungsmessungen in der Klassischen Testtheorie stellt die Aggregation der Variablen bzw. die Summenwertbildung ein weitverbreitetes Verfahren zur Bestimmung der Leistung einer Probandin oder eines Probanden dar (Kelava & Moosbrugger, 2012, S. 88). Die Summenwertbildung bedingt jedoch, „dass alle Items inhaltlich dasselbe Merkmal messen […], um nicht ‚Äpfel und Birnen' zusammenzuzählen" (ebd., S. 85). Grundsätzlich wird somit Itemhomogenität erwartet (ebd.), wobei die Reliabilitätsschätzung durch Cronbachs Alpha (vgl. Kapitel 7.1.1) als ausreichendes Beurteilungsmass der Summenwertbildung angesehen wird, indem es „auf der Korrelation *aller* Items untereinander beruht" (Janssen & Laatz, 2013, S. 582; Hervorhebung im Original).

In welchem Masse die ermittelten Rohwerte aussagekräftig und eindeutig sind, wird dabei mitunter durch die Itemauswahl und -schwierigkeit beeinflusst (Goldhammer & Hartig, 2012, S. 175). Hierbei bietet sich die kriterienorientierte Interpretation für die Verminderung uneindeutiger Gesamtsummenwerte an (ebd.). Die Orientierung an festgelegten Bewertungskriterien ist auch insofern wichtig, als es sich beim Datenmaterial streng genommen nicht um intervallskalierte Daten handelt, womit die Abstände zwischen den Codierwerten nicht „naturgegeben" gleich gross sind (Jonkisz et al., 2012, S. 52).
Um die so ermittelten Werte statistisch zu analysieren, wurde die abhängige Variable „Gesamtsummenwert (MPW)" auf Normalverteilung untersucht. Unter der Berücksichtigung der grafischen Outputs und der Z-Werte sowie unter Verwendung des Shapiro-Wilk-Tests[13] konnte nachgewiesen werden, dass die aggregierte Variable normalverteilt ist. Zudem kann trotz der unterschiedlichen Stichprobengrössen der zu vergleichenden Gruppen (wie beispielsweise die drei verschiedenen Ausbildungsgruppen) die Voraussetzung der Varianzhomogenität als gegeben erachtet werden, womit die grundlegenden Bedingungen für den Einsatz parametrischer Verfahren gegeben sind (vgl. Rasch, Friese, Hofmann & Naumann, 2014a, S. 43).

Univariater Ansatz zur Prüfung gruppenspezifischer Unterschiede (H2a, -b, -c)

Um Mittelwertvergleiche zwischen zwei Gruppen hinsichtlich eines normalverteilten Merkmals vorzunehmen, eignet sich der *t*-Test (Bortz & Döring, 2006, S. 496). Bei Mehrfachvergleichen, d. h. bei Gruppenvergleichen von mehr als zwei Gruppen ist jedoch die Varianzanalyse (*Analysis of Variance*; kurz ANOVA) als Verallgemeinerung des *t*-Test-Verfahrens vorzuziehen, da sie die problematische α-Fehler-Kumulierung umgeht und die Teststärke dadurch nicht verringert wird (Rasch, Friese, Hofmann & Naumann, 2014b, S. 2). Deshalb wurde für die Untersuchung der Forschungsfrage F2 bzw. der zugehörigen Hypothesen (H2a, H2b, H2c), die sich auf die Leistungsunterschiede zwischen den drei Ausbildungsgruppen beziehen – 1) Studierende SHP, 2) SHP mit Diplom/MA, 3) Fachpersonen ohne SHP-Ausbildung bzw. mit anderer pädagogischer oder heilpädagogischer Ausbildung –, auf dieses Verfahren unter Einbezug von Post-hoc-Tests (mit Scheffé-Prozedur) zurückgegriffen. Weitere Mittelwertdifferenzen (hinsichtlich Alter, Schulform und Fragebogenversion) wurden mit den gleichen statistischen Verfahren untersucht, wobei wiederum bei Mehrfachvergleichen wie den Altersgruppen eine ANOVA mit Post-hoc-Tests eingesetzt wurde und bei Zwei-

[13] Der Shapiro-Wilk-Test wird als der leistungsfähigste Test auf Normalverteilung erachtet, wohingegen der Kolmogorov-Smirnov-Test aufgrund der als unzureichend taxierten Güte abfällt (Mohd Razali & Bee Wah, 2011, S. 32). Neben der Prüfung relevanter Kennwerte und Grafiken wurde deshalb einzig der Shapiro-Wilk-Test herangezogen.

gruppenvergleichen wie den integrativ und separativ tätigen Personen das *t*-Test-Verfahren. Letzteres wurde auch eingesetzt, um allfällige Gruppenunterschiede bezüglich der beiden verwendeten Datenerhebungsverfahren (Online- und Papier-Bleistift-Version) zu prüfen.

Multivariater Ansatz zur Prüfung möglicher Einflussfaktoren auf das MPW

Die statistische Kontrolle von Indikatorvariablen (z. B. Merkmale der Ausbildung), die unter Umständen das zu untersuchende Konstrukt des MPW von SHP beeinflussen, wird im Anschluss an die Überprüfung der Unterschiedshypothesen vorgenommen. Zur Bestimmung allfälliger Merkmale, welche die Ausprägungen einer Variable vorhersagen können, eignet sich die Regressionsanalyse (Rasch et al., 2014a, S. 97), wobei hier aufgrund der Komplexität des Konstrukts auf ein multivariates Verfahren bzw. auf die multiple lineare Regression zurückgegriffen wird (vgl. ebd., S. 109). Neben der Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher Ausbildungen auf das MPW von SHP kann mit diesem Verfahren weiter überprüft werden, ob allenfalls auch andere Faktoren – wie Alter, Sprachregion, Schulform, Testversion und Berufserfahrung SHP – als Prädiktoren für das zu messende Konstrukt MPW von SHP fungieren.

Qualitativer Ansatz zur Untersuchung der Fragen F3, F4 und F5

Zur Auswertung der Forschungsfrage F3, zu wichtigen und herausfordernden Elementen im Mathematikunterricht von Kindern mit IB aus Sicht der SHP, wird im Rahmen der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2015, S. 85-90) eine induktive Kategorienbildung vorgenommen. Mittels Häufigkeitsanalysen werden dagegen die Forschungsfragen F4 (zu den für die mathematische Förderung von Kindern mit IB eingesetzten Lehrmitteln) und F5 (zu den eingesetzten und/oder empfohlenen mathematischen Entwicklungsmodellen in der EDK-anerkannten Ausbildung bzw. SHP- oder BFF-Ausbildung) beantwortet. Weitere Informationen zur Durchführung und Methodenwahl hinsichtlich des qualitativen Untersuchungsteils werden in Kapitel 8 gegeben.

7 Ergebnisse zum mathematikspezifischen Professionswissen von Schulischen Heilpädagoginnen und Heilpädagogen

Nachfolgend werden die Ergebnisse der quantitativen Untersuchung aufgeführt, deren Ziel es ist, die in Kapitel 6.1 formulierten Fragestellungen (F1, F2) und die zu Frage F2 zugehörigen drei Hypothesen (H2a, H2b, H2c) hinsichtlich des mathematikspezifischen Professionswissens und der Struktur desselben zu untersuchen bzw. statistisch zu prüfen. Im ersten Unterkapitel 7.2 werden zugunsten einer Übersicht wichtige statistische Kennwerte und Häufigkeitsverteilungen hinsichtlich der proximalen, d. h. unter Verwendung des Befragungsinstruments *direkt* gemessenen Indikatoren (vgl. Kapitel 3.4) des Konstrukts aufgeführt. Dabei werden Häufigkeitsverteilungen auf Ebene des Gesamtkonstrukts hinsichtlich des mathematikspezifischen Professionswissens als auch Lösungshäufigkeiten auf Itemebene anhand ausgewählter Itembeispiele präsentiert. Im Anschluss daran findet die Auseinandersetzung mit der Strukturfrage (F1) statt, gefolgt von der Qualitätsuntersuchung des entwickelten Befragungsinstruments. In Kapitel 7.4 wird sodann die Hypothesenprüfung vorgestellt, wonach das Kapitel mit einer Zusammenfassung der Ergebnisse schliesst. Die quantitative Untersuchung der übrigen Fragen (F3, F4, F5) ist Bestandteil des darauffolgenden Kapitels 8.

7.1 Qualitätsuntersuchung des entwickelten Befragungsinstruments

Psychologische Instrumente zur Leistungsmessung haben verschiedene Qualitätsanforderungen zu erfüllen, wobei die zentralen Testgütekriterien (Reliabilität, Objektivität, Validität; vgl. Kapitel 6.3.4) wichtige Beurteilungsindikatoren darstellen (Moosbrugger & Schermelleh-Engel, 2012, S. 8). Im vorangegangenen Untersuchungskapitel wurde die Einhaltung der Gütekriterien im Rahmen des Untersuchungsprozesses bereits deskriptiv dargelegt. Als Ergänzung dazu werden nachfolgend empirische Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der Güte des Instruments vorgestellt, wobei ausgehend von den statistischen Methoden (vgl. Kapitel 6.5) die Gütekriterien der ersten Generation (Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 130; vgl. Tabelle 9, S. 159) im Vordergrund stehen.

7.1.1 Messtheoretische Prüfung zentraler Gütekriterien

Die im Kontext der EFA zentralen Testgütekriterien sowie die zu berücksichtigenden Richtwerte wurden bereits in Kapitel 6.5 in Anlehnung an Weiber und Mühlhaus (2014, S. 130) vorgestellt. Ergänzend zur Darstellung der Einhaltung der Gütekriterien im Untersuchungsprozess werden nachfolgend statistische Aussagen zu den Gütekriterien der sogenannten „ersten Generation" dargelegt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass eine umfassende Validitätsprüfung erst mittels der konfirmatorischen Faktorenanalyse möglich würde und dementsprechend unter Verwendung der EFA nur beschränkt Aussagen zu Validitätsaspekten gemacht werden können (ebd.).

Reliabilität des Befragungsinstruments

Die Analyse der inneren Konsistenz stellt ein gängiges Verfahren in der KTT zur Beurteilung der Reliabilität dar (Moosbrugger & Kelava, 2012b, S. 13). Der Reliabilitätskoeffizient ermöglicht dabei „eine pauschale Genauigkeitsbeurteilung der Testwerte" (ebd.). Für das entwickelte Befragungsinstrument konnte ein Cronbach-Alpha-Wert von $\alpha = 0.81$ ermittelt werden, was auf eine hohe Reliabilität auf Ebene des Gesamtkonstrukts verweist (Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 137), indem dies besagt, dass 81% der beobachteten Varianz auf wahren Unterschieden zwischen den befragten Personen beruhen und lediglich 19% auf Fehlervarianz gründen (vgl. Rammstedt, 2010, S. 243). Es gilt jedoch zu berücksichtigen, dass Cronbachs Alpha ein kombiniertes Mass ist, das zugleich von den Korrelationen unter den Items als auch deren Anzahl ausgeht und dabei durch verschiedene Faktoren wie korrelierte Messfehler, Stichprobengrösse und Ausreisserwerte beeinflusst werden kann (Bühner, 2011, S. 168-169). Als Mass für die Korrelation der Items untereinander wird oft auch zusätzlich die mittlere Inter-Item-Korrelation (*mean inter-item-correlation*; MIC) beigezogen, die als Homogenitätsindex verstanden werden kann und hier mit 0.19 nur leicht unter dem von Bühner (2011, S. 243) formulierten Anspruchsbereich ($0.40 < \text{MIC} > 0.20$) liegt. Als möglicher Grund dafür ist die starke Streuung der Itemschwierigkeiten (vgl. Tabelle 10, S. 165) zu nennen, zumal sich mittlere Schwierigkeiten positiv auf den MIC-Wert auswirken. Allerdings fliesst bei der Berechnung der Inter-Item-Korrelation die Anzahl der Variablen nicht in die Messung mit ein, weshalb als Mass für die Konstruktreliabilität häufiger Cronbachs Alpha herangezogen wird.

Cronachs Alpha dient nicht nur als Beurteilungsmass der Reliabilität des gesamten Instruments, sondern erlaubt auch Qualitätsaussagen zu den einzelnen Items, indem der Koeffizient der Gesamtskala mit jenem unter Weglassung eines bestimmten Items verglichen wird (Janssen & Laatz, 2013, S. 579). Die Gesamtreliabilität würde sich unter Ausschluss zweier Items (C5 und L14) nur marginal verbessern, weshalb die Gesamtskala bzw. der Itempool insgesamt als geeignet für die vorliegende Konstruktmessung erachtet und für die Hypothesenprüfung so beibehalten wird. Die bedingte Eignung einzelner Items wird in Verbindung mit den statistischen Ergebnissen zum entwickelten Befragungsinstrument in Kapitel 9.1 diskutiert.

Struktursuchende Auseinandersetzung mit Validitätsaspekten

Das Gütekriterium der Validität umfasst verschiedene Facetten (vgl. Kapitel 6.3.4), die Auskunft darüber geben, ob ein Instrument das zu messende Merkmal tatsächlich misst und als valide bzw. gültig erachtet werden kann (Moosbrugger & Kelava, 2012b, S. 13). Wie bereits in Kapitel 6.5 dargelegt, bietet sich zur Bestimmung der Faktorenanzahl im Rahmen der EFA das Kaiser-Kriterium an (Cleff, 2015, S. 224), wobei von Inhaltsvalidität dann ausgegangen werden kann, wenn die Eigenwerte der im Modell berücksichtigten Faktoren grösser als 1.0 sind bzw. alle übrigen Faktoren einen kleineren Wert aufweisen (Moosbrugger & Schermelleh-Engel, 2012, S. 330).

Die Konstruktvalidität orientiert sich dagegen an „der theoretischen Fundierung des von einem Test tatsächlich gemessenen Merkmals" (Moosbrugger & Kelava, 2012b, S. 16). In der vorliegenden Arbeit wird der Ansatz der struktursuchenden, deskriptiven Vorgehensweise unter Verwendung der EFA verfolgt, deren Ergebnisse später in Kapitel 7.3 eingehend beschrieben werden.

Güte der Codierung von offenen Itemformaten

Die Einhaltung der Gütekriterien ist insbesondere im Rahmen des Codierprozesses von Bedeutung. Die Auswertungsobjektivität stellt dabei einen messbaren Objektivitätsaspekt dar, der sich anhand des Übereinstimmungsgrads der beiden Auswertenden bei der Bewertung der vorgelegten Fragebogenitems ablesen lässt (Moosbrugger & Kelava, 2012b, S. 10). Zur Bestimmung dieses Aspekts eignen sich verschiedene Verfahren, wobei in der vorliegenden Arbeit das von Cohen (1960) entwickelte Kappa-Mass (κ) verwendet wurde (Bortz & Döring, 2006, S. 276). Mittels des Kappa-Koeffizienten kann untersucht werden, inwiefern eine Übereinstimmungsmessung als zuverlässig und gültig erachtet werden kann (Janssen & Laatz, 2013, S. 267), womit dieser zugleich auch als Mass zur Beurteilung der sogenannten Interrater-Reliabilität dient. Der Kappa-Test weist den Vorteil auf, dass das Vorhandensein zufällig übereinstimmender Codierungen berücksichtigt wird (Bortz & Döring, 2006, S. 276). Dies ist insbesondere bei einer kurzen Bewertungsskala wie 0-1-2 unerlässlich, zumal die Zufallsübereinstimmung bei drei Bewertungskategorien mit rund 33% bereits relativ deutlich ausfällt (ebd.). Bei einem geringen Kappa-Wert, d. h. bei unzureichender Reliabilität, wird die Überarbeitung der Bewertungskriterien sowie die damit verbundene erneute Datencodierung empfohlen (Züll & Menold, 2014, S. 716). Dies war in zwei Fällen (Items C5 Unendlichkeit N_0, C7 Bedeutung der Null) nötig, wobei die Revision des Kategorienschemas der betreffenden Items unter Einbezug zweier Expertinnen stattfand, wonach eine erneute unabhängige Codierung durch die beiden Raterinnen erfolgte. Die Kennwerte für die Interrater-Reliabilität bzw. Auswertungsobjektivität der 11 offenen Items auf der Grundlage der aktualisierten Codieranweisung werden im Anhang (vgl. Tabelle 23) aufgeführt. Insgesamt bewegen sich die Übereinstimmungsmasse zwischen 65% und 96% und können damit als gut (κ-Werte zwischen 0.60 und 0.75) bis sehr gut (κ > 0.75) erachtet werden (Fleiss & Cohen, 1973; zitiert nach Bortz & Döring, 2006, S. 277).

7.1.2 Itemanalyse

Zur Evaluation eines Befragungsinstruments auf Itemebene gehören die Ermittlung der Itemschwierigkeit, die Bestimmung der Trennschärfe und die Analyse der Itemvarianzen (Moosbrugger & Kelava, 2012a, S. 3).
Ausgehend von den statistischen Analysen können diejenigen Items bestimmt werden, „die für eine differenzierte Informationsbeschaffung bezüglich der zu erfassenden Merkmale am geeignetsten erscheinen“ (ebd.). Als wichtiger Indikator zur Bestimmung geeigneter Aufgaben für die Leistungsmessung gilt dabei der bereits genannte Schwierigkeitsindex (p^i). Dieser ergibt sich durch die relative Häufigkeit der korrekt beantworteten Fragebogenitems und drückt damit die Itemschwierigkeit bzw. Lösungshäufigkeit aus (Amelang & Schmidt-Atzert, 2006, S. 112). Bei schwierigen Aufgaben ist der Index somit niedrig, bei einfachen Aufgaben hoch, wobei ein Schwierigkeitsindex zwischen 0.2 und 0.8 im Sinne der Klassischen Testtheorie als erstrebenswert erachtet wird (Bortz & Döring, 2006, S. 219). Itemschwierigkeiten im mittleren Bereich, d. h. um 0.5 (wie z. B. Item C13; vgl. Tabelle 10, S. 165), sind deshalb wünschenswert, da sie am meisten Differenzierungen leisten, während niedrige oder hohe Schwierigkeiten ausserhalb des angegebenen Bereichs zwischen den Leistungen der Befragten nicht ausreichend differenzieren und deshalb aus dem Instrument entfernt werden sollten (Kelava & Moosbrugger, 2012, S. 83). Die dargestellten Schwierigkeitsindizes weisen mit Werten zwischen 0.18 und 0.95 eine grosse Streubreite auf, was insofern von Vorteil ist, da das Befragungsinstrument dadurch befragte Personen „mit unterschiedlichen Fähigkeiten annähernd gleich gut differenziert“ (Bortz & Döring, 2006, S. 219). Insgesamt liegen 15 Items im angestrebten Streubereich, einzig Item C17 (Arbeitsmittel: TouchMath) liegt darunter und die drei Items L15 (Ordinal- und Kardinalzahlaspekte), L21 (Seriation) und L22 (Klassifikation) sind vergleichsweise zu einfach und liegen somit darüber. Zugunsten einer besseren Übersicht werden die Items in Tabelle 10 absteigend nach ihrer Schwierigkeit sortiert. Zwecks Wiedererkennung werden die Iteminhalte zudem kurz benannt.

Tabelle 10: Statistische Kennwerte als Grundlage für die Itemanalyse

Item-Nr.	**Kurzbeschrieb**	**Schwierigkeits-index p^i**	**Varianz σ^2**	**korrigierte Trennschärfe r^{it}**
C17	A/V: TouchMath	0.18	.38	0.42
C20	A/V: Kieler Zahlenbilder	0.21	.46	0.44
C18	A/V: Kutzer-Zug	0.22	.40	0.45
L11	Konzepte von MU	0.24	.30	0.29
C5	Unendlichkeit N_0	0.29	.64	0.25
C7	Bedeutung der Null	0.30	.36	0.32
C16	A/V: Finger	0.30	.54	0.51
C19	A/V: Rechenschiffchen	0.37	.59	0.48
L9	Zählprinzipien	0.38	.47	0.33
C10	Subitizing	0.38	.63	0.49
C12	Zählentwicklung	0.40	.51	0.50
C13	Kardinalwortprinzip	0.48	.80 max	0.43
C6	Hilfestellung Zählen	0.66	.50	0.49
L23	Teil-Ganzes	0.70	.38	0.35
L8	math. Voraussetzungen	0.76	.34	0.41
L14	Aufbau des Zahlbegriffs	0.77	.36	0.21
L21	Seriation	0.87	.26	0.42
L15	Zahlaspekte	0.88	.41	0.29
L22	Klassifikation	0.95	.12 min	0.31

Anmerkung: Das Kürzel C steht für die offenen bzw. codierten Items, L für die gebundenen Items bzw. Items mit Likert-Skala. Die Items C16–C20 beinhalten die Eignungseinschätzung von Arbeitsmitteln und Veranschaulichungen (A/V). Die fünfte Spalte entspricht der korrigierten Item-Skala-Korrelation.

Die Varianz gibt die Stärke der Streuung der Antworten hinsichtlich des betreffenden Items an, wobei eine Varianz von 0 bedeuten würde, dass alle Befragten gleich geantwortet hätten (Kelava & Moosbrugger, 2012, S. 82). Die Itemvarianz ist abhängig von der Bewertungsskala und somit nur bedingt aussagekräftig, kann jedoch im Vergleich zu den Varianzen der übrigen Items Hinweise zur Differenzierungsfähigkeit des betreffenden Items liefern (ebd., S. 83). Erwartungsgemäss zeigt sich, dass Item C13 (Kardinalwortprinzip) mit einer mittleren Itemschwierigkeit von 0.48 am stärksten zur Differenzierung beiträgt, während extrem einfache oder schwierige Items nur wenig Differenzierung leisten, da sie unabhängig von der individuellen Leistungsfähigkeit von einem Grossteil der befragten Personen falsch (z. B. Item C17 Arbeitsmittel: TouchMath) oder richtig (z. B. L21 Seriation, L15 Zahlaspekte, L22 Klassifikation) gelöst werden.

Die Trennschärfe sagt aus, „wie gut ein einzelnes Item das Gesamtergebnis eines Tests repräsentiert“ (Bortz & Döring, 2006, S. 219), und impliziert damit, dass Probandinnen und Probanden mit hohen Fähigkeiten bei einem trennscharfen Item dementsprechend eine hohe Bewertung erfahren und umgekehrt (Bortz & Döring, 2006, S. 219). Bühner (2011, S. 81) nennt hinsichtlich der Trennschärfe ein Anspruchsniveau von $r^{it} > 0.30$. Wie in der vorab dargestellten Tabelle 10 veranschaulicht, wird diese Anforderung mehrheitlich erfüllt. Lediglich zwei Items (C5 Unendlichkeit N_0, L14 Aufbau des Zahlbegriffs) unterschreiten den geforderten Schwellenwert; zwei weitere Items (L11 Konzepte von Mathematikunterricht,

L15 Zahlaspekte) erreichen mit gerundeten Werten den geforderten Schwellenwert. Allerdings wäre es verfehlt, Items allein aufgrund der geringen Trennschärfe auszuschliessen, da mehrere Faktoren – wie Schwierigkeit, Verteilung und Standardabweichung – Einfluss auf den Wert haben (Bühner, 2011, S. 255).
Wie in Kapitel 7.1.1 beschrieben, würde sich Cronbachs Alpha unter Weglassung der beiden Items C5 und L14 geringfügig verbessern, womit diese Items strenggenommen „potenzielle Streichkandidaten" (Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 140) darstellen und somit auch auf inhaltlicher Ebene der kritischen Reflexion bedürfen. Grundsätzlich gibt es zwei Hauptgründe, die beide zum Ausschluss von Items führen können: Kriterien statistischer Natur (wie z. B. ungenügende Trennschärfe) oder Gründe inhaltlicher Art (z. B. unzureichende Formulierung oder fehlende inhaltliche Passung) (Bühner, 2011, S. 255). Die Festlegung möglicher Ausschlussitems wäre aufgrund des explorativen Charakters der vorliegenden Untersuchung jedoch verfrüht. Konkrete Überlegungen hinsichtlich der möglichen Streichung ungenügender Items werden deshalb in Verbindung mit den übrigen Ergebnissen in Kapitel 9.1 diskutiert.

7.2 Deskriptiv-statistische Parameter

7.2.1 Überblick: Deskriptiv-statistische Evaluation des Instruments zur Erfassung des mathematikspezifischen Professionswissens

Untersuchtes mathematikspezifisches Professionswissen der Befragten
Für die statistische Überprüfung der Hypothesen wurde das Konfidenzniveau auf 95% festgelegt, wobei als Grundlage für die weiteren Analysen die normalverteilte Variable *Gesamtsummenwert* (d. h. der Wert, der sich pro Person über alle Items ergibt) diente. Bei der Bearbeitung des Instruments erzielten die befragten 135 SHP im Mittel einen Gesamtsummenwert von 18.61 (entspricht 48.97% richtiger Antworten) aus 38 (bzw. 100%) möglichen Punkten bei einer Standardabweichung von 6.05. Insgesamt lässt sich eine grosse Leistungsheterogenität feststellen, die zwischen 5 und 34 Punkten streut, wobei keine befragte Person die volle Punktzahl erreichte. Für eine vereinfachte Interpretation wurden die Probandinnen und Probanden in fünf Leistungsgruppen eingeteilt (vgl. Abbildung 31).

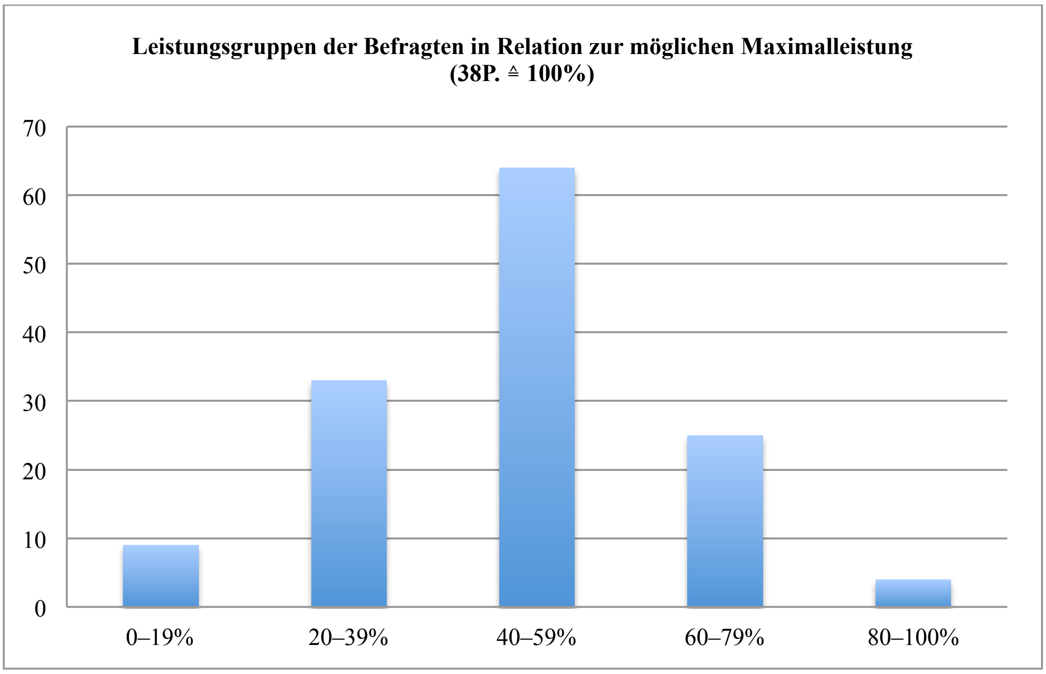

Abbildung 31: Leistung der Probandinnen und Probanden in fünf Gruppen
Anmerkung: N = 135

Die unimodale Verteilung zeigt auf, dass fast die Hälfte des befragten sonderpädagogischen Fachpersonals (47.4%) einen Gesamtsummenwert im mittleren Bereich (16 bis 22 Punkte) erzielt. Etwa ein Viertel der Befragten (24.4%) erlangt dagegen nur 9 bis 15 Punkte, während ein Fünftel der Stichprobe (18.5%) 23 bis 30 Punkte erreicht. Nur wenige SHP (6.7%) erzielen geringere Gesamtsummenwerte (1 bis 8 Punkte) und lediglich 3.0% der Befragten erreichen ausserordentlich hohe Gesamtsummenwerte (31 bis 38 Punkte).

Lösungswahrscheinlichkeit der vorgelegten Items

Bevor die Untersuchung der Forschungshypothesen dargelegt wird, interessiert, welches mathematikspezifische Professionswissen die befragten sonderpädagogischen Fachpersonen hinsichtlich der einzelnen Items mitbringen. Um einen ersten Eindruck vom Wissen der Befragten zu erhalten, werden in Abbildung 32 die absteigend geordneten Lösungswahrscheinlichkeiten der 19 Items dargestellt. Die Lösungswahrscheinlichkeit bzw. Itemschwierigkeit p^i ergibt sich, indem der Mittelwert x^i durch den maximal erreichbaren Wert pro Item (im entwickelten Befragungsinstrument bei allen 19 Items jeweils 2 Punkte) dividiert und dann mit 100 multipliziert wird, womit sich folgende Formel ergibt: $p^i = \frac{xi}{2} \cdot 100$ (Kelava & Moosbrugger, 2012, S. 76). Die drei mittels verschiedener Graustufen gekennzeichneten Itemgruppen sollen einen Eindruck davon vermitteln, welche Items eine hohe, mittlere und niedrige Lösungswahrscheinlichkeit aufweisen.

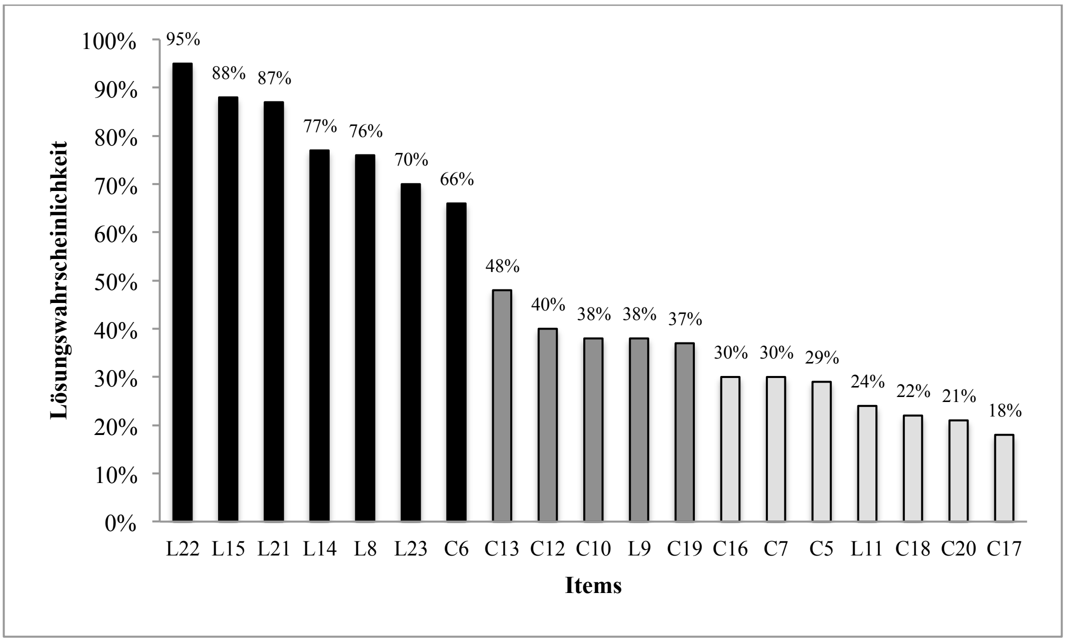

Abbildung 32: Kriterienorientierte Items nach Lösungswahrscheinlichkeit geordnet

Zur *Itemgruppe 1* (hohe Lösungswahrscheinlichkeit) gehören die Items Klassifikation (L22), Zahlaspekte (L15), Seriation (L21), Aufbau des Zahlbegriffs (L14), mathematische Voraussetzungen (L8), Teil-Ganzes (L23) und Hilfestellung Zählen (C6). Die Lösungswahrscheinlichkeit dieser Items beträgt mindestens 66%. Die Ergebnisse zeigen, dass die befragten SHP sehr viel Wissen zum Aufbau des Zahlbegriffs und zu den Zahlaspekten mitbringen und auch entsprechende Fachbegriffe kennen. Insbesondere das Zuordnen von Unterrichtssituationen zu den Begriffen Seriation und Klassifikation sowie die Unterscheidung von ordinalem und kardinalem Zahlaspekt gelingt der Mehrheit der Befragten: Bei diesen drei Items liegt die Lösungswahrscheinlichkeit zwischen 87% und 95%. *Itemgruppe 2* (mittlere Lösungswahrscheinlichkeit) umfasst Items mit Lösungswahrscheinlichkeiten zwischen 37% und 48%. Zu dieser Gruppe gehören vor allem Items, die sich auf entwicklungspsychologisches Wissen zur numerischen Entwicklung beziehen, wie die Items Kardinalwortprinzip (C13), Schwierigkeit einer Zählaufgabe (C12), Subitizing (C10) und Zählprinzipien (L9). Eine Ausnahme bildet hier das Item Rechenschiffchen (C19), bei dem es um die Bewertung dieses Arbeitsmittels aus mathematikdidaktischer Perspektive geht. Die Lösungswahrscheinlichkeit von 37% zeigt, dass dieses Item besser gelöst wurde als die übrigen vier Items zur Beurteilung von Arbeitsmitteln und Veranschaulichungen (C17, C18, C19, C20). Letztere sowie drei weitere Items lassen sich der *Itemgruppe 3* (niedrige Lösungswahrscheinlichkeit) zuordnen. Die Items in dieser Gruppe weisen Lösungswahrscheinlichkeiten auf, die höchstens 30% betragen. Hierzu gehören die Items Finger als Veranschaulichung (C16), Bedeutung der Null (C7), Unendlichkeit N_0 (C5), Konzepte von Mathematikunterricht (L11) sowie die Veranschaulichungsund Arbeitsmittel Kutzer-Zug (C18), Kieler Zahlenbilder (C20) und TouchMath (C17). Die Ergebnisse zeigen, dass mitunter jene Items geringe Lösungswahrscheinlichkeiten aufweisen, bei denen spezifisch mathematische Inhalte erklärt werden mussten, wie die beiden Items (C5 und C7) zu den Eigenschaften von natürlichen Zahlen. Interessant ist jedoch, dass die niedrigsten Lösungswahrscheinlichkeiten bei drei der insgesamt fünf Items zur Eignung von Veranschaulichungen und Arbeitsmitteln (C17, C18, C20) zu verzeichnen sind, obwohl insbesondere im Hinblick auf die Förderung von Kindern mit IB das handelnde Lernen bzw. das Lernen „am Material" häufig als wichtig hervorgehoben wird (vgl. Kapitel 4.4.2).

7.2.2 Einblick: Mathematikspezifisches Professionswissen von Schulischen Heilpädagoginnen und Heilpädagogen

Ausgehend von ausgewählten Itembeispielen wird an dieser Stelle Einblick in das Antwortverhalten der befragten SHP bezüglich einzelner Items gegeben. Aufgrund der unterschiedlichen Itemformate ist dies nicht bei allen Items in gleichem Masse möglich. Um Einblick in die Antworten der befragten SHP zu geben, werden nachfolgend mitunter vier Items (L8, L11, L14, L23) mit gebundenem Itemformat in Netzdiagrammen veranschaulicht, wobei diese geordnet nach absteigender Lösungswahrscheinlichkeit vorgestellt werden. Es wird jeweils der prozentuale Teil zustimmender Antworten („ja" bzw. „stimme zu") in Relation zur Gesamtstichprobe (N = 135) angegeben – ungeachtet dessen, ob die Zustimmung als falsch oder richtig zu bewerten ist. Ergebnisse zu den entfernten Antwortvorgaben (zu den Gründen dazu vgl. S. 146) werden ebenfalls aufgeführt, wobei diese „Streichkandidaten" zur Erkennung in den Anmerkungen unterhalb der Abbildungen erwähnt werden. Exemplarisch wird zudem auch ein offenes Item (C10) anhand ausgewählter Beispielantworten dargestellt.

Item L14: Wichtige Kenntnisse für den Aufbau des Zahlbegriffs (p^i = 77%)
Um zu ermitteln, welches Wissen SHP zu den zentralen Bedingungen der Zahlbegriffsentwicklung vorweisen, wurden den Befragten verschiedene Antwortvorgaben vorgelegt (vgl. Abbildung 33). Dazu wurde den Probandinnen und Probanden folgende Frage gestellt: *„Welche Kenntnisse sind wichtig für den Aufbau des Zahlbegriffs?"*

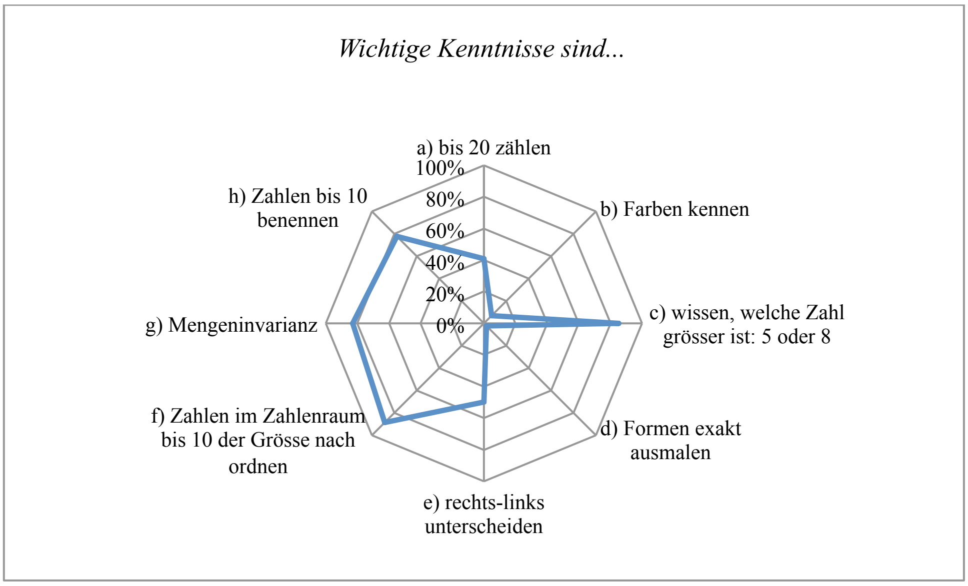

Abbildung 33: Häufigkeiten der als wichtig eingeschätzten Zahlbegriffsvoraussetzungen (Item L14)
Anmerkung: N = 135; b), d), e) und g) sind Distraktoren, wobei a) und d) zugleich Streichkandidaten sind

Hier wird deutlich, dass vorwiegend numerische Kompetenzen wie f) „Zahlen der Grösse nach ordnen" (88.9%), c) „wissen, welche Zahl grösser ist" (85.2%) und h) „Zahlen bis 10 benennen" (77.8%) als wichtige Kenntnisse angegeben werden. Allerdings stufen weniger als die Hälfte der Personen (40.7%) das a) „Zählen bis 20" als wichtig ein. Diese Antwortvorgabe wurde jedoch entfernt, da Untersuchungen zeigen, dass die meisten Kinder mit IB zwar über Zählkompetenzen verfügen (vgl. Kapitel 4.3), jedoch grosse interindividuelle Unterschiede bestehen, womit die Angabe des Zahlenraumes unter Umständen missverständlich ist.
Sehr viele Personen betrachten g) die „Mengeninvarianz" (83%) als bedeutsame Voraussetzung für den Zahlbegriff, zudem wird von rund der Hälfte der Befragten e) die „Unterscheidung von rechts und links" (49.6%) als wichtig angegeben. Hier muss allerdings angemerkt werden, dass 17.8% der Befragten bezüglich der Links-rechts-Unterscheidung die Option „weiss nicht" angeben. Deutlich unwichtiger scheinen aus Sicht des sonderpädagogischen Fachpersonals b) die „Farbenkenntnis" (6.7%) und d) das „exakte Formenausmalen" (2.2%) zu sein. Aufgrund der Ähnlichkeit dieser Distraktoren wurde die Antwortvorgabe d) gestrichen.

Item L8: Wichtige Voraussetzungen für Rechenoperationen (p^i = 76%)
Um zu untersuchen, welche zentralen Voraussetzungen für die mathematische Entwicklung den SHP bekannt sind, wurde folgende Frage vorgelegt (vgl. Abbildung 34): „*Welches sind Ihrer Ansicht nach wichtige Voraussetzungen, um sicher und ohne Abzählen addieren und subtrahieren zu können?*"

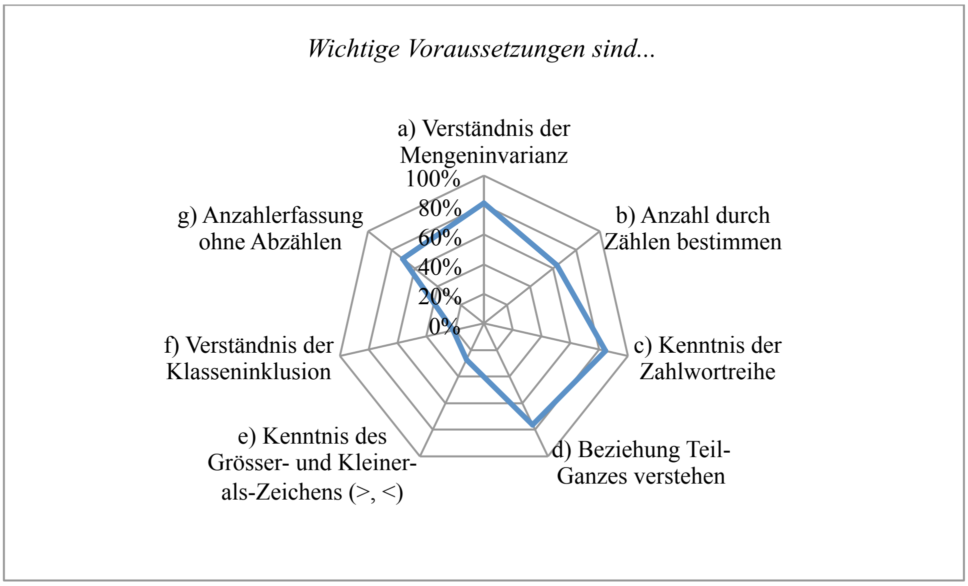

Abbildung 34: Häufigkeiten der als wichtig eingeschätzten Operationsvoraussetzungen (Item L8)

Anmerkung: N = 135; a), e) und f) sind Distraktoren, wobei a) und f) zugleich Streichkandidaten darstellen

Das Netzdiagramm verdeutlicht, dass einerseits numerische Aspekte wie c) die „Kenntnis der Zahlwortreihe“ (84.4%), d) das „Verständnis für Teil-Ganzes-Beziehungen“ (76.3%) und g) die „Anzahlerfassung ohne Abzählen“ (70.4%) als wichtige Voraussetzungen für das Rechnenlernen erachtet werden. Andererseits werden auch nicht numerische Aspekte von den Befragten als wichtig angegeben, wobei insbesondere a) das „Verständnis der Mengeninvarianz“ (81.5%) auf Zustimmung stösst. Die befragten SHP schätzen dabei b) die „Anzahlbestimmung durch Zählen“ (63.0%) seltener als wichtig ein als jene ohne Abzählen (z. B. durch simultane oder quasisimultane Anzahlerfassung mittels strukturierter Materialien). Die übrigen Distraktoren, die nicht numerische Aspekte beinhalten, stossen im Vergleich zur Mengeninvarianz auf deutlich weniger Zustimmung: So wird e) die „Kenntnis des Grösser- und Kleiner-als-Zeichens (>, <) von gut einem Viertel (27.4%) der SHP als wichtige Voraussetzung erachtet; rund ein Fünftel der Befragten schätzt dagegen f) die „Klasseninklusion“ (21.5%) als wichtige Voraussetzung ein.

Item L23: Förderziele einer Aufgabe zum Teil-Ganzes-Verständnis (p^i = 70%)

Bei diesem Item wurde anhand folgender Frage die Einschätzung einer Abbildung aus dem Mathematikunterricht erfragt (vgl. Abbildung 35): *Welche mathematische Einsicht wird mit dieser Aufgabe besonders gefördert?*

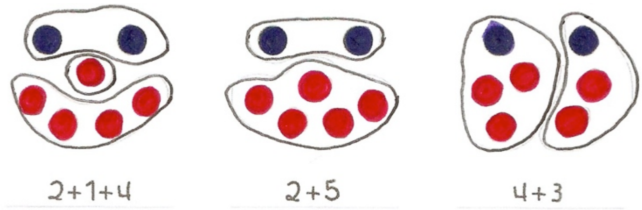

Abbildung 35: Ausschnitt aus dem Item „Teil-Ganzes“ L23/FB19 (Abbildung übernommen von Häsel-Weide et al., 2013, S. 63)

Wie das Netzdiagramm (vgl. Abbildung 36) zeigt, erkennt ein Grossteil der Befragten, dass mit dieser Aufgabe b) die „Beziehung Teil-Ganzes“ (67.4%) sowie d) die „Zahlzerlegung“ (82.2%) gefördert werden können. Auf Zustimmung stösst zudem auch die Antwortmöglichkeit, dass mit der Aufgabe Einsicht in a) den „Zusammenhang von Gleichung und Bild“ (74.8%) gewonnen wird. Dies könnte als Hinweis dafür verstanden werden, dass der Begriff „Gleichung“ einem Teil der Befragten unbekannt ist, weshalb diese Antwortvorgabe entfernt wurde. Bei den übrigen Distraktoren stösst insbesondere f) das „Ergänzen auf 7“ (60.0%) auf Zustimmung. Dagegen geben weniger als die Hälfte der befragten SHP an, dass mit dieser Aufgabe Einsicht in e) die „Gleichungsschreibweise“ (44.4%) gefördert wird und nur rund ein Achtel der Befragten verbindet mit der Aufgabe c) das „Klassifizieren nach Farben“ (12.6%).

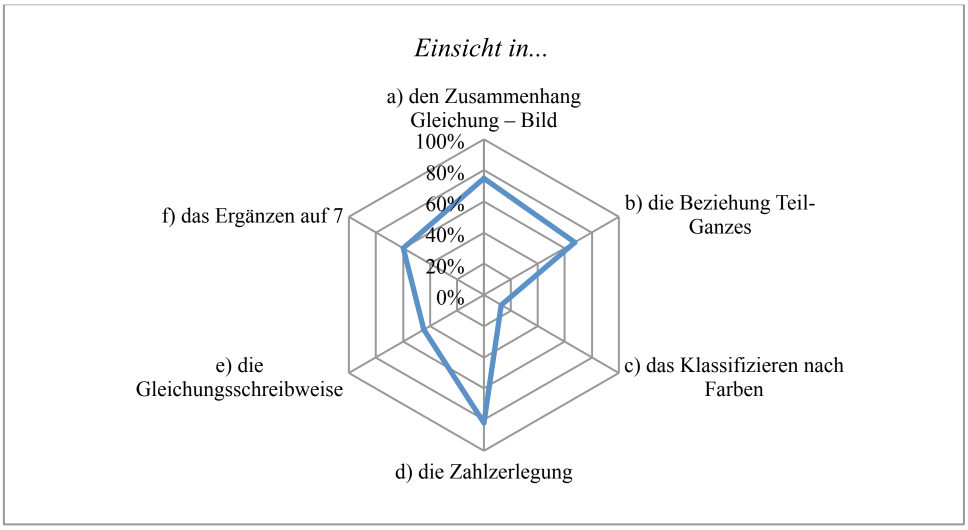

Abbildung 36: Häufigkeiten hinsichtlich der mit „ja“ angegebenen Förderaspekte (Item 23)
Anmerkung: N = 135; a), c), e) und f) sind Distraktoren, wobei Antwort a) gestrichen wurde

Item C10: Situation zum Thema Subitizing (p^i = 38%)

Den Probandinnen und Probanden wurde eine Fallvignette vorgelegt, in der ein Kind die Zahlwortereihe bis 10 noch nicht korrekt aufsagen kann, jedoch die Menge zwei korrekt benennt. Es ging somit um die Unterscheidung von Subitizing und dem Erwerb der Zahlwortreihe.

Rund ein Drittel der Befragten hat in der Vignette erkannt, dass das Kind die

Zahlwörter ähnlich einem Vers bzw. ohne Bezug zur Menge aufsagen kann. Jedoch haben lediglich 30 der insgesamt 135 Probandinnen und Probanden auf das Subitizing hingewiesen.
Knapp die Hälfte der Befragten griff für die Beantwortung der Frage auf Erklärungsansätze zurück, die Selinas Fähigkeit zur Mengenerfassung (bei zwei Objekten) auf unbestimmte Vorerfahrungen aus dem Alltag zurückführten, ohne einen Bezug zur mathematischen Entwicklung herzustellen. Wenige SHP äusserten die Vermutung, dass Selina zur Anzahlbestimmung die beiden Autos zählt. Rund ein Drittel der SHP machte konkrete Beobachtungen zu entwicklungsspezifischen Aspekten wie beispielsweise zur Zählentwicklung (Zahlwortreihe als „Vers") oder zur Verknüpfung von Zahlwörtern mit Grössen. Gut ein Fünftel der befragten SHP waren in der Lage, die beschriebene Situation als wahrnehmungsbasierte Fähigkeit zur visuellen Erfassung kleiner Mengen bzw. Subitizing zu interpretieren, wobei damit verbunden häufig auch erkannt wurde, dass Selina die Zahlwörter ähnlich einem Vers, d. h. ohne kardinale Bedeutung nutzt.

Item L11: Mathematikunterricht (MU) im Kontext von IB (p^i = 24%)
Die Eingangsfrage lautete wie folgt: „*Welchen der folgenden Aussagen zum Mathematikunterricht für Kinder mit einer geistigen Behinderung können Sie zustimmen?"*

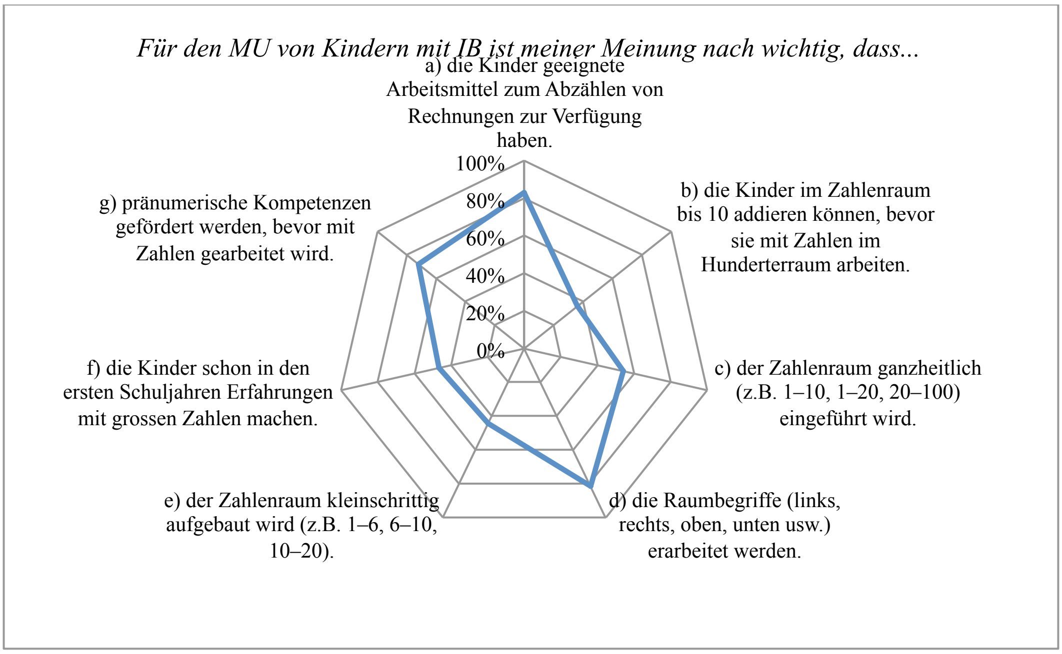

Abbildung 37: Häufigkeiten der Zustimmungen zu Konzeptionen des MU (Item L11)
Anmerkung: N = 135; a), b), d), e) und g) sind Distraktoren, wobei b) und f) Streichkandidaten darstellen

Die in Abbildung 37 dargestellten Ergebnisse zeigen, dass ein Grossteil der SHP die zwei nicht numerischen Aspekte d) „Erarbeitung der Raumbegriffe“ (81.5%) und g) „pränumerische Kompetenzen fördern“ (71.9%) als wichtig erachten. Daneben stossen weitere Vorgehensweisen, die bestimmten Förderansätzen von Kindern mit IB entsprechen wie a) das „Abzählen von Rechnungen“ (83.0%) und g) der „kleinschrittige Zahlenraumaufbau“ (44.4%), auf Zustimmung. Ein kleiner Teil der SHP (36.3%) erachtet b) das „Zurechtkommen im Zahlenraum bis 10“ als Voraussetzung für die Arbeit in grösseren Zahlenräumen. Vorgehensweisen, die dem aktiv-entdeckenden Lernen entsprechen und numerische Aspekte beinhalten, werden von jeweils rund der Hälfte der Befragten als wichtig für den Mathematikunterricht von Kindern mit IB erachtet: 54.1% der SHP stimmen c) der „ganzheitlichen Erarbeitung des Zahlenraums“ zu, 46.7% der SHP sprechen sich für f) den „Umgang mit grossen Zahlen“ in der Schuleingangsphase aus. Letzterem ist hinzuzufügen, dass „gross“ eine unspezifische Kategorie darstellt und daher diese Antwortvorgabe aus der Untersuchung ausgeschlossen wurde. Insbesondere beim ganzheitlichen Ansatz zeigen sich Unsicherheiten: So geben rund 14.8% des befragten Fachpersonals „weiss nicht“ hinsichtlich der ganzheitlichen Zahlenraumerarbeitung an, während 18.5% die Antwortvorgabe f) zur frühen Erfahrung mit grossen Zahlen nicht einzuschätzen wissen.

7.3 Untersuchung der Struktur des mathematikspezifischen Professionswissens von Schulischen Heilpädagoginnen und Heilpädagogen

Gemäss der ersten Forschungsfrage, welche Dimensionen das latente Konstrukt des „mathematikspezifischen Professionswissens von SHP“ aufweist, werden an dieser Stelle die Ergebnisse der struktursuchenden Auseinandersetzung mit dem Datenmaterial unter Verwendung der explorativen Faktorenanalyse (EFA) vorgestellt. Des Weiteren werden die Art und Ausprägung der Korrelationen zwischen den Indikatorvariablen untersucht, um davon ausgehend eine inhaltliche Beschreibung der ermittelten Faktoren vornehmen zu können. Die Auseinandersetzung mit der Qualität des entwickelten Befragungsinstruments auf Ebene des Gesamtkonstrukts sowie auf Itemebene erfolgte bereits in Kapitel 7.1.

7.3.1 Explorative Faktorenanalyse zur Dimensionsreduzierung

Nachfolgend wird das Vorgehen, basierend auf den Analyseschritten der Kriterien der ersten Generation (vgl. Tabelle 9, S. 159), welche die Voraussetzungsprüfung der EFA sowie die damit verbundene statistische Eingangsuntersuchung der Inhaltsvalidität beinhalten, aufgezeigt. Dabei werden Ergebnisse zu zentralen Kriterien auf Konstrukt- und Indikatorebene präsentiert. Im Anschluss an die Eingangsprüfung wird sodann die Bestimmung der Faktorenanzahl anhand relevanter Kriterien dargelegt, wonach die unter Anwendung der EFA ermittelte Faktorenlösung präsentiert wird. In Verbindung zur Darlegung der gefundenen Indikatorenstruktur folgt im anschliessenden Unterkapitel 7.3.2 die Auseinandersetzung mit den Korrelationen zwischen den einzelnen Indikatorvariablen bzw. Items. Diese hat jedoch explorativen Charakter, zumal keine konkreten theoretischen Zusammenhangsannahmen bestehen.

Prüfung der Voraussetzungen

Die Eingangsprüfung zur Zusammengehörigkeit der gesamten Variablenmenge bzw. des Itempools wird unter Verwendung des Kaiser-Meyer-Olkin-Kriteriums (KMO) und des Bartlett-Tests auf Sphärizität vorgenommen (vgl. Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 132-133). Wie in Tabelle 11 dargestellt, bestätigt Letzterer die signifikante Abweichung von der Nullhypothese ($p < .001$). Dies kann ab einer bestimmten Stichprobengrösse ohnehin erwartet werden, weshalb vor allem der KMO-Wert als massgebend für die Beurteilung der Stichprobeneignung erachtet wird (Janssen & Laatz, 2013, S. 573-574). Der vorliegende KMO-Koeffizient von 0.806 kann als „gut“ taxiert werden (vgl. Bühner, 2011, S. 347), sodass die Ausgangslage für die Durchführung der EFA als gegeben erachtet werden kann.

Als zentrale Prüfindikatoren auf Variablenebene zur Beurteilung der EFA gelten das in der Korrelationsmatrix enthaltene Mass der Stichprobeneignung (*measure of sampling adequacy*; MSA) sowie die Kommunalitäten (Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 132). Das MSA-Kriterium entspricht dem KMO-Kriterium und ermöglicht damit, die gesamte Korrelationsmatrix als auch einzelne Variablen zu beurteilen (Backhaus, Erichson, Plinke & Weiber, 2011, S. 342). Die MSA-Werte drücken die Zusammengehörigkeit der Variablen mit den anderen Variablen aus, während „die Kommunalität einer Variablen Auskunft darüber [gibt], wie viel Prozent der Variablenstreuung durch die extrahierten Faktoren erklärt werden kann“ (Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 132). Beide Prüfgrössen können Werte zwischen 0 und 1 annehmen, wobei grundsätzlich empfohlen wird, Variablen mit MSA-Werten unter 0.5 (ebd.) bzw. Kommunalitäten unter 0.4 (vgl. Fabrigar et al., 1999, S. 276) aus der Analyse zu entfernen, da die Varianzaufklärung dieser Variablen durch die Faktoren nicht ausreichend erklärt werden kann respektive die Zusammengehörigkeit zu den anderen Variablen zu gering ist (Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 132).

Die ermittelten Werte hinsichtlich der genannten Prüfkriterien auf Konstrukt- und Variablenebene sind in Tabelle 11 zusammengeführt dargestellt.

Tabelle 11: Zentrale Kriterien zur Voraussetzungsprüfung der EFA

Bewertungsindikatoren	**Anspruchsniveau**	**Ermittelte Werte**
Ebene des Gesamtkonstrukts		
KMO-Koeffizient (bzw. MSA)	≥ 0.60	0.806
Bartlett-Test	$p < .005$	$p < .001$ ungefähres χ^2 (*df*) = 497.678 (171)
Ebene der Indikatorvariablen		
MSA-Koeffizient	≥ 0.50	min/max: 0.679/0.897
Kommunalitäten h^2	> 0.40	min/max: 0.326/0.690

Anmerkung: Für die Anspruchsniveaus vgl. Kapitel 6.5, Tabelle 9.

Es zeigt sich, dass sich die MSA-Werte zwischen 0.679 und 0.897 im mässigen (0.6 bis ≤ 0.7) bis recht guten (0.8 bis ≤ 0.9) Bereich bewegen und keinen Anlass zum Ausschluss von bestimmten Variablen aus dem Faktorenmodell geben (vgl. Brosius, 2008, S. 780; Cleff, 2015, S. 221; in Anlehnung an Kaiser, 1974). In einem nächsten Schritt werden die Kommunalitäten analysiert, die Auskunft darüber geben, „welcher Teil der Streuung *einer Variablen* durch *alle Faktoren*, die im jeweiligen Modell berücksichtigt wurden, erklärt wird“ (Brosius, 2008, S. 783; Hervorhebungen im Original). Die Zahl extrahierter Faktoren vermag die Varianz der Indikatorvariablen unterschiedlich gut zu erklären (vgl. Janssen & Laatz, 2013, S. 552), was sich im Streubereich der Kommunalitäten zwischen 0.33 und 0.69 zeigt. Bei zehn Items kann über 50% der Varianz durch die Anzahl der ermittelten Faktoren erklärt werden, bei sechs Items sind mittlere Werte zu verzeichnen (zwischen 0.4 und 0.5) und bei drei Items müssen die Kommunalitäten als niedrig taxiert werden (vgl. Bühner, 2011, S. 345). Abgesehen von zwei Variablen (Item L8 und L23) kann das gesetzte Anspruchsniveau mit gerundeten Werten als erfüllt erachtet werden.

Es gibt viele Gründe für niedrige Kommunalitäten (Fabrigar et al., 1999, S. 274), wobei in diesem Fall der offensichtlichste Grund – eine geringe Gesamtreliabilität – ausgeschlossen werden kann (vgl. Kapitel 7.1.1). Als mögliche weitere Erklärung für niedrige Kommunalitäten nennt Bühner (2011, S. 344) hohe Schwierigkeiten oder ungenügende Formulierungen auf Itemebene, die sich in einer eingeschränkten Itemvarianz äussern können.

Insgesamt können die Bewertungsindikatoren als erfüllt erachtet werden, weshalb von einem frühzeitigen Itemausschluss abgesehen wird. Für diese Vorgehensweise spricht neben dem explorativen Charakter der vorliegenden Forschungsfrage zudem, dass das als „bestes Prüfverfahren“ (Cleff, 2015, S. 220) hinsichtlich der Korrelationsmatrix deklarierte KMO-Kriterium als verdienstvoll erachtet werden kann (vgl. Backhaus et al., 2011, S. 342-343) und die jeweiligen Anspruchsniveaus der restlichen Prüfkriterien (vgl. Tabelle 11, S. 177) eingehalten werden können.

Analyseschritte der explorativen Faktorenanalyse (EFA)

Die Festlegung der Anzahl Faktoren erfolgt, wie bereits in Tabelle 9 (S. 159) aufgezeigt, anhand verschiedener Teilschritte, wobei mit den insgesamt als erfüllt erachteten Voraussetzungsbedingungen in einem nächsten Schritt auf Basis der Bewertungspunkte (Betrachtung des Screeplots, Kaiser-Kriterium, d. h. Eigenwerte > 1.0 und kumulierte Varianzerklärung ≥ 50%) eine Fünf-Faktoren-Lösung favorisiert wird. Die in Tabelle 12 aufgeführten Eigenwerte geben an, „welcher Teil der Gesamtstreuung *aller Variablen* durch *einen bestimmten Faktor* erklärt wird" (Brosius, 2008, S. 783; Hervorhebungen im Original). Die erklärte Gesamtvarianz wurde dabei mittels der Extraktionsmethode der Hauptkomponentenanalyse ermittelt.

Tabelle 12: Ausschnitt aus dem Output zur erklärten Gesamtvarianz der extrahierten Faktoren

Erklärte Gesamtvarianz			
Komponente	Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion		
	Gesamt: Eigenwerte	% der Varianz	Kumulierte %
1	4.517	23.774	23.774
2	1.634	8.599	32.373
3	1.346	7.082	39.455
4	1.137	5.987	45.442
5	1.087	5.722	51.164

Aufsummiert sollen die Faktoren mindestens 50% der Gesamtvarianz erklären (Homburg & Giering, 1996, S. 12). Die fünf aufgrund der Eigenwerte (> 1.0) extrahierten Faktoren erfüllen diesen groben Richtwert, indem sie zur Erklärung von 51.2% der Merkmalsvarianz beitragen. Dies kann als Bestätigung für das Fünf-Faktoren-Modell interpretiert werden. Unter Berücksichtigung des Screeplots (vgl. Abbildung 42 im Anhang, S. 264) und aufgrund des Kaiser-Kriteriums (vgl. Cleff, 2015, S. 224) wurde deshalb das vorgeschlagene Modell beibehalten.

Wenn, wie in den vorliegenden Ergebnissen, mehrere Faktoren aus der Faktorenanalyse hervorgehen, zeigt dies, dass die Indikatoren mehrere Dimensionen und kein eindimensionales Merkmal abbilden (Bortz & Döring, 2006, S. 147). Zur besseren Interpretation der mehrdimensionalen Faktorenstruktur wurde weiter eine Varimax-Rotation vorgenommen, um die Varianz der quadrierten Faktorladungen zu maximieren (Bortz & Schuster, 2010, S. 429; vgl. auch Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 367). Das ermittelte Ladungsmuster (vgl. Tabelle 13) zeigt, dass mehrheitlich eine Einfachstruktur vorliegt, d. h., die Indikatorvariablen weisen grösstenteils nur auf einem Faktor eine hohe Ladung auf (Moosbrugger & Schermelleh-Engel, 2012, S. 332). Es gibt jedoch auch Indikatorvariablen, bei denen sich die sogenannten Primärladungen nur gering von den Sekundärladungen unterscheiden (ebd.). Dies ist bei Item C6 (Faktoren 1, 2, 3), Item L11 (Faktoren 1 und 4) und Item L15 (Faktoren 3 und 5) der Fall. Bei den drei Items C13, L14 und C17 unterscheiden sich die Höchstladungen zwar klar von den Nebenladungen, dennoch zeigen sich hier Zweitladungen über 0.3. Die Zuordnung eines Items zu einem Faktor kann vorgenommen werden, wenn die Ladung über 0.5 beträgt (Cleff, 2015, S. 225). Diejenigen Variablen, die pro Faktor die höchste Ladung aufweisen, können dabei als Markiervariable für die Interpretation verstanden werden (Bortz & Schuster, 2010, S. 422), da sie inhaltlich am besten abbilden, was der betreffende Faktor erfasst (Renner & Ströhlein, 2010, S. 203). Die Mehrheit der 19 Ausgangsvariablen weist eine Höchstladung über 0.5 auf und kann damit einem Faktor zugeordnet werden. Item L15 weist bei zwei Faktoren (3 und 5) Ladungen über dem von Cleff (2015, S. 225) geforderten 0.5-Niveau auf und kann somit nicht eindeutig nur einer Komponente zugeordnet werden. Bei vier Variablen (Items C6, L8, L11, C13) kann die Zuordnung dagegen nur unter Vorbehalt erfolgen, da die betreffenden Ladungen kleiner als 0.5 sind.

Tabelle 13: Rotierte Fünf-Faktoren-Lösung als Ergebnis der EFA

Item-Nr.	**Kurzbeschrieb**	**Komponente**				
		1	2	3	4	5
C5	Unendlichkeit N_0				**.648**	
C6	Hilfestellung Zählen	.361	.398	.295		
C7	Bedeutung der Null					**.752**
L8	math. Voraussetzungen		.431			
L9	Zählprinzipien		.578			
C10	Subitizing		.605			
L11	Konzepte von MU	.431			.429	
C12	Zählentwicklung		**.692**			
C13	Kardinalwortprinzip	.370			.457	
L14	Aufbau des Zahlbegriffs		.393			.509
L15	Zahlaspekte			.519		.589
C16	A/V: Finger	.701				
C17	A/V: TouchMath	.549	.312			
C18	A/V: Kutzer-Zug	.612				
C19	A/V: Rechenschiffchen	**.718**				
C20	A/V: Kieler Zahlenbilder	.527	.292			
L21	Seriation			**.806**		
L22	Klassifikation			.786		
L23	Teil-Ganzes				.544	

Anmerkung: Die höchste Ladung der jeweiligen Indikatorvariable ist zugunsten der Lesbarkeit unterstrichen. Markiervariablen (Höchstladungen pro Faktor) werden fett hervorgehoben. A/V: Items zu den Arbeitsmitteln und Veranschaulichungen.

Es zeigt sich, dass bei den fünf ermittelten Komponenten unterschiedlich viele Höchstladungen vorliegen: Sechs Indikatorvariablen laden am höchsten auf Faktor 1, fünf auf Faktor 2, zwei auf Faktor 3 und je drei Variablen weisen ihre höchste Ladung bei den Faktoren 4 und 5 auf. Grundsätzlich liegen lediglich Empfehlungen und keine strengen Regelungen vor, die festlegen, ab wann eine Faktorladung als interpretationswürdig erachtet werden kann (Bortz & Schuster, 2010, S. 422). Dennoch muss ausgehend von den vorliegenden Ergebnissen festgehalten werden, dass die ermittelten Faktoren nur bedingt aussagekräftig sind, zumal sie mit Ausnahme der ersten beiden Faktoren lediglich durch drei oder weniger Variablen bestimmt werden und somit „zufällige Ladungsstrukturen“ (ebd.) nicht ausgeschlossen werden können.

Um die Ergebnisinterpretation verallgemeinernd formulieren zu können, müssten verschiedene Voraussetzungen (vgl. ebd., S. 396) erfüllt sein: So wäre es beispielsweise beim vorliegenden Stichprobenumfang von N = 135 erstrebenswert, dass mindestens zehn Indikatorvariablen auf jeden Faktor laden oder zumindest vier Variablen hohe Faktorladungen (> 0.60) aufweisen (ebd., S. 396-422; in Anlehnung an Guadagnoli & Velicer, 1988, S. 274). Die nachfolgende inhaltliche Beschreibung der ermittelten Faktoren gilt es daher vor diesem Hintergrund einzuordnen.

Untersuchung der Korrelationen zwischen den Indikatorvariablen

Die Auseinandersetzung mit Zusammenhängen erfolgt ausgehend vom Standpunkt, dass „ein korrelativer Zusammenhang nicht als Beweis für kausale Abhängigkeit angesehen werden darf“ (Rasch et al., 2014a, S. 87) und Korrelationen somit nur als Koinzidenzen, d. h. gemeinsam auftretende Ereignisse, interpretiert werden dürfen, die Kausalzusammenhänge andeuten können, aber dies nicht zwingend tun (Bortz & Schuster, 2010, S. 160).

Die Korrelationsmatrix gibt Auskunft darüber, inwieweit die Indikatorvariablen bzw. Items miteinander zusammenhängen, wobei unter Verwendung von Signifikanztests geprüft werden kann, ob die festgestellten Korrelationen als zufällig zu erachten sind oder nicht. Wie bereits in Kapitel 6.3 betont, stellen Korrelationen damit einen wichtigen Aspekt zur Beurteilung von Konzepten multipler Items dar, da sie bestimmen, wie gut ein einzelnes Item dem zu messenden Konstrukt zugeordnet werden kann (Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 113). Da die einzelnen Variablen keine Normalverteilung aufweisen, wird für die Analyse der Zusammenhänge das nicht parametrische Verfahren von Spearman zur Berechnung der Rangkorrelationskoeffizienten beigezogen (Janssen & Laatz, 2013, S. 274). Tabelle 14 dient als Übersicht über die Häufigkeit signifikanter bzw. hochsignifikanter Korrelationen zwischen den Indikatorvariablen und lässt erkennen, welche Items stärker und welche schwächer mit dem Gesamtkonstrukt zusammenhängen. Die umfassende Korrelationsmatrix ist im Anhang (vgl. Tabelle 24, S. 265-266) aufgeführt.

Tabelle 14: Häufigkeit der signifikanten Korrelationen pro Item

Item-Nr.	Kurzbeschrieb	Anzahl signifikanter Korrelationen ($p < .01$)	Anzahl hochsignifikanter Korrelationen ($p < .05$)
C10	Subitizing	15	10
C6	Hilfestellung Zählen	14	9
C13	Kardinalwortprinzip	14	8
C16	A/V: Finger	14	8
L8	math. Voraussetzungen	13	4
C12	Zählentwicklung	13	10
C18	A/V: Kutzer-Zug	13	8
C19	A/V: Rechenschiffchen	13	10
C17	A/V: TouchMath	11	6
C20	A/V: Kieler Zahlenbilder	11	6
L21	Seriation	11	7
L23	Teil-Ganzes	11	4
C7	Bedeutung der Null	9	4
L9	Zählprinzipien	7	4
L15	Zahlaspekte	6	2
L22	Klassifikation	6	3
L11	Konzepte von MU	5	2
C5	Unendlichkeit N_0	4	1
L14	Aufbau des Zahlbegriffs	4	0
		$\sum = 194$	$\sum = 106$

Anmerkung: A/V = Items zu den Arbeitsmitteln und Veranschaulichungen

Es zeigt sich, dass Items mit offenem Format eher signifikante bzw. hochsignifikante Korrelationen zu den anderen Items aufweisen und damit besser zum Gesamtkonstrukt passen als Items mit gebundenem Format. Exemplarisch sind hier die Items C10 Subitizing, C6 Hilfestellung Zählen, C13 Kardinalwortprinzip und C16 Veranschaulichung: Finger mit einer hohen Anzahl an signifikanten Korrelationen zu nennen. Der engere Zusammenhang offen formulierter Items könnte darauf zurückzuführen sein, dass diese grundsätzlich als geeigneter für die Untersuchung von Wissen gelten, indem sie Ratewahrscheinlichkeiten minimieren und letztlich oft reliablere und validere Daten hervorbringen (Züll & Menold, 2014, S. 714; Kapitel 6.3). Ausnahmen bilden hier die beiden Items C5 und C7, indem sie deutlich weniger signifikante Korrelationen aufweisen. Mögliche Erklärungshinweise dafür könnten die Auseinandersetzung mit der Güte der offenen Itemformate sowie die Itemanalyse liefern (vgl. Kapitel 7.1). Von den Items mit gebundenem Format weist Item L8 im Vergleich zu den übrigen Multiple-Choice-Items mit Likert-Skala die meisten signifikanten Korrelationen auf. Insgesamt erweisen sich mehr als die Hälfte aller möglichen Korrelationen (194 von möglichen 342) als signifikant und/oder hochsignifikant. Die hohen Korrelationen könnten darauf hinweisen, dass zur Bearbeitung der betreffenden Items ein ähnlich strukturiertes Wissen benötigt wird. Um weiterführende Vermutungen anzustellen, ist jedoch die folgende Auseinandersetzung mit den jeweiligen Iteminhalten der betreffenden Faktoren nötig.

7.3.2 Inhaltliche Beschreibung der ermittelten Faktoren

Um die Ergebnisse der EFA vor dem Hintergrund der Iteminhalte zu betrachten, werden die aus dem Itempool hervorgegangenen Faktoren in Verbindung zu den bereits dargelegten Faktorladungen in der nachfolgend aufgeführten Tabelle 15 anhand von zusammenfassenden Oberbegriffen beschrieben. Der erste Faktor umfasst Items, die fachdidaktisches Wissen erfragen, wobei hier alle Items zur „Eignung von Arbeitsmitteln und Veranschaulichungen für die Mengendarstellung" hohe Ladungen aufweisen. Sowohl die fünf Items zur Eignungseinschätzung von Arbeitsmitteln und Veranschaulichungen (C16 bis und mit C20) als auch das Item L11, das „Konzepte von Mathematikunterricht für Kinder mit IB" erfragt, setzen mathematikdidaktisches Wissen zu verschiedenen Materialien und deren Verwendung voraus. Die Lösung dieser Aufgaben verlangt von den Fachpersonen z. B. das Wissen darüber, dass kardinal-strukturierte Materialien für die Mengenveranschaulichung ordinalen und/oder unstrukturierten Materialien vorzuziehen sind. Oder auch das Wissen, dass bei Rechenoperationen Arbeitsmittel, die das Abzählen ermöglichen, das „zählende Rechnen" begünstigen (Item L11; vgl. Kapitel 7.2.2). Diese Items (C16–C20) weisen denn auch untereinander hochsignifikante Korrelationen auf, wobei ungeklärt bleibt, ob die engen Zusammenhänge auf das dafür benötigte ähnlich strukturierte Wissen und/oder die Ähnlichkeit der Itemform zurückzuführen sind.
Die Items, die auf den zweiten Faktor laden, setzen dagegen vorwiegend spezifisches Fachwissen voraus. Für das Beantworten dieser Items muss eine SHP über Wissen zur Zahlbegriffsentwicklung verfügen. Bedeutsam sind hier die von Gelman und Gallistel (1978) beschriebenen Zählprinzipien, die Phasen der Zählentwicklung nach Fuson (1988) und das Entwicklungsmodell mathematischer Kompetenzen von Krajewski (2008, 2009; Krajewski & Ennemoser, 2013). So muss für die umfassende Beantwortung des Items C12 beispielsweise bekannt sein, dass das „Zählen von 3 bis 9" schwieriger ist als das „Zählen bis 10", da sich in der Zählentwicklung das flexible Zählen, d. h. das Zählen von einer beliebigen Startzahl aus, erst nach dem unflexiblen Zählen entwickelt (vgl. Fuson, 1988; Kapitel 4.2.2). Auch für das Formulieren einer adäquaten Hilfestellung zum Zählen (Item C6) braucht es auf professioneller Seite entwicklungspsychologisches Wissen, z. B. bezüglich der Zählprinzipien (vgl. Gelman & Gallistel, 1978). Leitend sind hier u. a. folgende Fragen (in Anlehnung an ebd.): Beherrscht das Kind die Eins-zu-eins-Zuordnung (Eindeutigkeitsprinzip)? Erkennt das Kind, dass das letztgenannte Zahlwort die Menge benennt (Kardinalprinzip)?
Hervorzuheben ist, dass das Item C6 ähnlich hohe Ladungen auf den ersten drei Faktoren aufweist. Eine mögliche Erklärung dafür wäre, dass dieses Item als Erstes Wissen über Inhalte und Lernende bedingt, um zu erkennen, in welcher Zähl-

entwicklungsphase sich das Kind befindet, des Weiteren einerseits fachdidaktisches Wissen (z. B. Welche Hilfestellung wird dem Kind gegeben und welche Materialien werden allenfalls dafür eingesetzt?) voraussetzt, daneben aber auch spezialisiertes Fachwissen erfragt (z. B. Kenntnis der Entwicklungsphasen und -begriffe). Ähnliche Vermutungen liessen sich auch zur Erklärung hinsichtlich der Nebenladungen der Items L14 (Aufbau des Zahlbegriffs) und C17 (Arbeitsmittel und Veranschaulichungen zum Aufbau der Mengenvorstellung) auf den zweiten Faktor beiziehen, zumal auch diese zum Teil entwicklungspsychologisches Wissen erfragen. Auch Item C10 zur Kenntnis des Phänomens Subitizing (vgl. Kapitel 4.2.2), welches das schnelle Erkennen kleiner Mengen auf einen Blick bezeichnet, verlangt entwicklungspsychologisches Wissen.
In der nachfolgenden Tabelle 15 ist neben der Darstellung der ermittelten Faktorenlösung eine Einordnung der Ergebnisse der EFA im Hinblick auf das MKT-Modell von Ball et al. (2008) (vgl. Kapitel 3.2.2) zu finden. Thematisch kann der erste Faktor dem fachdidaktischen Wissen (PCK) zugeordnet werden, da bei diesen Items das Wissen über den Inhalt und die Lernenden (KCS) sowie über den Inhalt und das Unterrichten (KCT) im Vordergrund steht. Der zweite Faktor beinhaltet Items, die spezialisiertes Inhaltswissen (SCK) voraussetzen, zum Beispiel zu den Grundlagen des Skills-Integration-Modells (vgl. Kapitel 4.2.2). Dagegen bildet das allgemeine Inhaltswissen keinen eigenen Faktor ab, womit die Faktoren 3), 4) und 5) gemeinsam der Komponente des *common content knowledge* (CCK) zugeordnet werden müssen. Hinsichtlich dieser drei Faktoren gilt jedoch zu berücksichtigen, dass sie nicht ausschliesslich dem allgemeinen Inhaltswissen (CCK) zugeordnet werden können, sondern verbunden mit der Einbindung in den unterrichtlichen Kontext auch fachdidaktisches Wissen erfragen – wenngleich dieses im Unterschied zum ersten Faktor (KCS und KCT bzw. PCK) nicht im Vordergrund steht.

Tabelle 15: Verortung der Items im ermittelten Fünf-Faktoren-Modell

Faktor (EFA)	MKT-Modell	Zusammenfassende Beschreibung	Item-Nr.	Iteminhalt	Ladung
Faktor 1)	KCS und KCT	Fachdidaktisches Wissen: - Arbeitsmittel und Veranschaulichungen - Mathematikdidaktische Konzepte zur Förderung von Kindern mit IB	C19	A/V: Rechenschiffchen	.718
			C16	A/V: Finger	.701
			C18	A/V: Kutzer-Zug	.612
			C17	A/V: TouchMath	.549
			C20	A/V: Kieler Zahlenbilder	**.527**
			L11	Konzepte von MU	.431
			C13	*Kardinalwortprinzip*	*.370*
			C6	*Hilfestellung Zählen*	*.361*
Faktor 2)	SCK	Spezialisiertes Fachwissen: - Grundlagen zur Zahlbegriffsentwicklung	C12	Zählentwicklung	**.692**
			C10	Subitizing	.605
			L9	Zählprinzipien	.578
			L8	math. Voraussetzungen	.431
			C6	Hilfestellung Zählen	.398
			L14	*Aufbau des Zahlbegriffs*	*.393*
			C17	*A/V: TouchMath*	*.312*
Faktor 3)	CCK	Fachliches Wissen / Fachbegriffe und Pränumerik	L21	Seriation	**.806**
			L22	Klassifikation	.786
			L15	*Zahlaspekte*	*.519*
Faktor 4)	CCK	Wissen um natürliche Zahlen	C5	Unendlichkeit N_0	**.648**
			L23	Teil-Ganzes	.544
			C13	Kardinalwortprinzip	.457
			L11	*Konzepte von MU*	*.429*
Faktor 5)	CCK	Fachliches Wissen und Wissen um Zahlbegriffs-voraussetzungen	C7	Bedeutung der Null	**.752**
			L14	Aufbau des Zahlbegriffs	.509
			L15	Zahlaspekte	.589

Anmerkung: A/V = Items zu den Arbeitsmitteln und Veranschaulichungen. Die fett hervorgehobenen Faktorladungen kennzeichnen die Markiervariablen je eines Faktors. Primärladungen sind unterstrichen, während Sekundärladungen <.03 kursiv dargestellt werden.

Es zeigt sich, dass Items, die fachliches Wissen in Form von Fachbegriffen erfragen, untereinander einen engen bzw. signifikanten bis hochsignifikanten Zusammenhang aufweisen (vgl. Korrelationsmatrix bzw. Tabelle 24 im Anhang). Dies könnte die gemeinsame Abbildung des dritten Faktors durch die Items L21 (Seriation), L22 (Klassifikation) und L15 (ordinale und kardinale Zahlaspekte) erklären. Auffallend ist hierbei, dass das Item L15 sowohl dem Faktor 3) als auch dem Faktor 5) zugeordnet werden kann, da sowohl die Primär- als auch die Sekundärladung über 0.5 liegt. Zu vermuten wäre hier, dass die Bearbeitung dieses Items nicht nur fachbegriffliches Wissen voraussetzt, sondern auch Wissen um Zahlbegriffsvoraussetzungen verlangt – zumal die Zahlaspekte eine enge Verbindung zur Zahlbegriffsentwicklung aufweisen. Dies wäre zudem eine mögliche Erklärung für die signifikanten bis hochsignifikanten Korrelationen zwischen Item L15 und allen anderen Items mit Höchstladungen auf den beiden Faktoren 3) und 5). Im Gegensatz zu den Indikatorvariablen der Faktoren 1) bis 3) erweisen sich die Indikatorvariablen mit Primärladungen auf den Faktoren 4) und 5) als deutlich heterogener, d. h., sie weisen untereinander seltener signifikante Zusammenhänge auf. Dies könnte verschiedene Gründe haben: Einerseits werden mit diesen Items

(z. B. C5 „Welches ist die grösste Zahl?" oder C7 „Warum beginnen wir beim Zählen mit der Eins?") unterschiedliche Wissensinhalte aus dem mathematischen Fachwissen erfragt, andererseits werden zugleich verschiedene fachdidaktische Kompetenzbereiche angesprochen: Die befragten SHP müssen beispielsweise eine Erklärung für ein Kind mit IB abgeben (Item C5), einen Rat für eine Lehrerkollegin formulieren (Item C7), eine bestimmte Phase der Zählentwicklung erkennen (Item C13) oder eine Einschätzung hinsichtlich zentraler Zahlbegriffsvoraussetzungen vornehmen (ltem L14).

Daneben gilt es allerdings auch den potenziellen Einfluss der beiden eingesetzten Itemformate zu berücksichtigen: Die im Rahmen der Befragung vorgelegten Multiple-Choice-Items mit zwischen fünf bis sechs Antwortvorgaben vereinen – verglichen mit offen formulierten Items – aufgrund ihrer Machart möglicherweise mehrere Inhalts- und Bereichsfacetten, die offensichtlich stark unterschiedliche Schwierigkeiten aufweisen (vgl. Kapitel 7.2.2), während offene Fragen auf einer Antwort und somit einem Schwierigkeitsindex basieren und selten mehr als eine Komponente des fachdidaktischen bzw. fachlichen Wissens zu erfragen scheinen (Ausnahmen bilden hier die Items C13, C6, C17; vgl. Tabelle 13, S. 179).

Wie bereits berichtet, ist die Gefahr der Ratewahrscheinlichkeit bei offenen Frageformaten zudem geringer und es wird angenommen, dass damit die Datenqualität oft höher ist, d. h. diese eher zu reliablen und validen Ergebnissen führen als gebundene Itemformate (Züll & Menold, 2014, S. 714). Die genannten Gründe könnten mitunter auch zur Erklärung der Nebenladungen bei geschlossenen Itemformaten (Items L14, L15, L11) herangezogen werden.

7.4 Hypothesenprüfung: Ausprägung des mathematikspezifischen Professionswissens bei unterschiedlicher Ausbildung

Bisher vorliegende Forschungsberichte aus dem Regelbereich (z. B. Kunter et al., 2011) lassen vermuten, dass verschiedene Merkmale wie Aus- und Weiterbildung, Schulform, Geschlecht und Berufserfahrung die Ausprägung des Professionswissens von Lehrpersonen beeinflussen (Blömeke, Felbrich & Müller, 2008, S. 203; Krauss, Neubrand et al., 2008; vgl. Kapitel 3.3.3). Davon ausgehend gilt es die in Kapitel 6.1 formulierte Forschungsfrage (F2) sowie die Hypothesen (H2a, H2b und H2c) zum Professionswissen von SHP im Wirkungskontext unterschiedlicher Ausbildungen zu untersuchen. Die Prüfung der drei Forschungshypothesen bezieht sich auf den Gesamtsummenwert der Probandinnen und Probanden über alle 19 Items, deren Bearbeitung mathematikspezifisches Professionswissen voraussetzt. Da insbesondere das Professionswissen der SHP mit unterschiedlichen Ausbildungen interessiert, wurde eine eindimensionale Auswertung vorgenommen. Mögliche Einflussfaktoren wurden im Anschluss daran mittels einer multiplen

Regressionsanalyse kontrolliert (vgl. Kapitel 7.4.2).
Entsprechend der zweiten Forschungsfrage interessiert, inwiefern sich SHP mit unterschiedlichen Ausbildungsprofilen hinsichtlich ihres mathematikspezifischen Professionswissens unterscheiden. Ausgehend von dieser Frage sollen die drei Hypothesen H2a, H2b und H2c überprüft werden:

- *Hypothese H2a zum MPW von SHP-Studierenden*
  Studierende in Schulischer Heilpädagogik am Ende ihrer Ausbildung weisen ein höheres mathematikspezifisches Professionswissen auf als in der Funktion als SHP tätige Fachpersonen ohne SHP-Ausbildung bzw. mit anderer Ausbildung.

- *Hypothese H2b zum MPW von SHP mit abgeschlossener Ausbildung (Diplom/MA SHP)*
  SHP mit abgeschlossener Ausbildung in Schulischer Heilpädagogik (Diplom/Masterabschluss) weisen ein geringeres mathematikspezifisches Professionswissen auf als Studierende in Schulischer Heilpädagogik am Ende ihrer Ausbildung.

- *Hypothese H2c zum MPW von Fachpersonal ohne SHP- bzw. mit anderer Ausbildung*
  In der Funktion als SHP tätige Fachpersonen ohne SHP-Ausbildung bzw. mit anderer Ausbildung weisen ein geringeres mathematikspezifisches Professionswissen auf als SHP mit abgeschlossener Ausbildung in Schulischer Heilpädagogik (Diplom/Masterabschluss).

Daneben wird zudem untersucht, ob sich auch bezüglich anderer Merkmale (Alter, Schulform, Fragebogenversion) signifikante Mittelwertunterschiede hinsichtlich der abhängigen Variable „Gesamtsummenwert (MPW)“ ergeben.
Zur Überprüfung der Hypothesen wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Post-hoc-Analyse und Scheffé-Prozedur zur Untersuchung von Mehrfachvergleichen verwendet (vgl. Janssen & Laatz, 2013, S. 312). Das gleiche Verfahren wurde auch bei den Vergleichen der vier Altersgruppen eingesetzt. Bei Mittelwertvergleichen zweier Gruppen (Schulform, Sprachregion) wurde dagegen das *t*-Testverfahren eingesetzt, wobei der *t*-Test auch genutzt wurde, um allfällige Effekte bzw. Differenzen zwischen den Fragebogenversionen (Online-Umfrage und Papier-Bleistift-Form) zu untersuchen: Hier liess sich kein signifikanter Unterschied zwischen den mittels unterschiedlicher Versionen getesteten Personengruppen feststellen, weshalb die Annahme, dass Mode-Effekte ausgeschlossen werden können, bestehen bleibt.

Untersuchung von Mittelwertdifferenzen zwischen den Ausbildungsgruppen
Für den Vergleich der Gruppen mit unterschiedlichen Ausbildungen wurden die Probandinnen und Probanden zu drei Hauptkategorien zusammengefasst (vgl. Kapitel 6.4.1): 1) Studierende in Schulischer Heilpädagogik (N = 64); 2) SHP mit Diplom oder Masterabschluss (MA) in Schulischer Heilpädagogik (N = 51); 3) Fachpersonen mit anderer oder fehlender (heil-)pädagogischer Ausbildung (N = 20) wie z. B. der BFF-Ausbildung. Die Voraussetzung der Normalverteilung kann bei der abhängigen Variable „Gesamtsummenwert (MPW)" als erfüllt erachtet werden und die Bedingung der Varianzhomogenität ist hinsichtlich der drei gebildeten Gruppen auf dem vorgegebenen Signifikanzniveau von 5% ebenfalls gegeben.
Die nachfolgende Abbildung 38 gibt einen ersten Hinweis auf mögliche Leistungsunterschiede hinsichtlich des mathematikspezifischen Professionswissens der drei Gruppen, wobei sich zeigt, dass SHP-Studierende in Relation zur maximal möglichen Gesamtpunktzahl von 38 Punkten (19 Items; je maximal zwei Punkte) mit 54.3% die höchste Leistung aufweisen, gefolgt von SHP mit abgeschlossener Ausbildung (Diplom/MA) mit 46.6% und dem Fachpersonal ohne SHP-Ausbildung bzw. mit anderer pädagogischer oder heilpädagogischer Ausbildung, das 38.0% der Fragen richtig beantwortet hat.

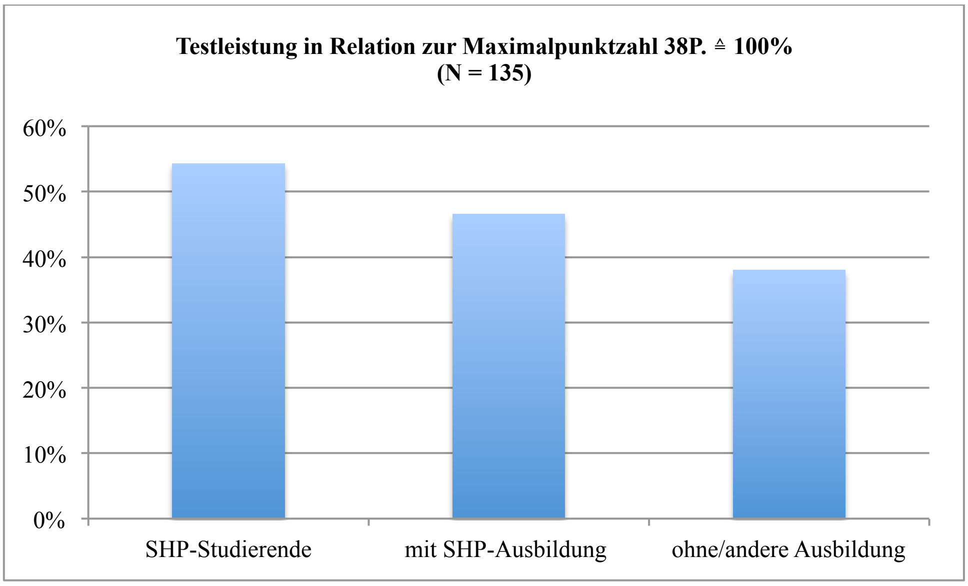

Abbildung 38: Vergleich der relativen Leistung (MPW) der drei Ausbildungsgruppen

Wie die Ergebnisdarstellung in der nachfolgenden Tabelle 16 veranschaulicht, ergibt die einfaktorielle Varianzanalyse einen hochsignifikanten Unterschied zwischen den drei Ausbildungsgruppen ($F(2) = 10.15$, $p < .001$). Als Kennwert für die Effektstärke dient das partielle Eta-Quadrat (η^2), das angibt, wie viel Gesamtvarianz hinsichtlich der abhängigen Variable „MPW von SHP" durch die

unabhängige Variable „Ausbildung“ erklärt wird (vgl. Bortz & Döring, 2006, S. 615). Die Varianzaufklärung beträgt 15%, womit der ermittelte Eta^2-Wert ($\eta^2 = .15$) nach Cohen (1988) auf einen grossen Effekt verweist.
Die weiterführende Signifikanzprüfung der Mittelwertdifferenzen mittels Post-hoc-Analysen unter Verwendung des Scheffé-Tests zeigt, dass SHP-Studierende im Mittel hochsignifikant höhere Leistungen aufweisen als Fachpersonen ohne SHP-Ausbildung bzw. mit anderer Ausbildung ($p < .001$). Somit kann die Hypothese H2a, dass Studierende in Schulischer Heilpädagogik am Ende ihrer Ausbildung ein höheres mathematikspezifisches Professionswissen aufweisen als in der Funktion als SHP tätige Personen ohne SHP-Ausbildung bzw. mit anderer Ausbildung, aufrechterhalten werden. Auch die Hypothese H2b kann bestätigt werden, da die Ergebnisse aufzeigen, dass SHP mit abgeschlossener Ausbildung (SHP-Diplom/MA) ein signifikant geringeres Professionswissen aufweisen als SHP-Studierende am Ende ihrer Ausbildung. Hier zeigt sich, dass die befragten Studierenden eine höhere Leistung erzielen als ihre erfahrenen Berufskolleginnen und -kollegen mit einer bereits abgeschlossenen Ausbildung in Schulischer Heilpädagogik ($p = .024$). Obwohl aus den Daten hervorgeht, dass SHP mit abgeschlossener Ausbildung im Mittel höhere Leistungen erreichen als Fachpersonal ohne SHP-Ausbildung bzw. mit anderer Ausbildung, erweist sich dieser Unterschied als nicht signifikant. Die Hypothese H2c (Fachpersonen ohne SHP-Ausbildung bzw. mit anderer Ausbildung weisen ein geringeres mathematikspezifisches Professionswissen auf als SHP mit Diplom/MA) wird deshalb verworfen.

Tabelle 16: ANOVA und Post-hoc-Tests (Scheffé): Leistungsunterschiede der Ausbildungsgruppen

	SHP-Studierende	Diplom/MA SHP	ohne/andere Ausbildung
N	64	51	20
M	20.64	17.69	14.45
SD	5.513	5.884	5.643
SE	.689	.824	1.262
ANOVA	*F*-Wert 10.147	*df* 2	*p*-Wert < .001**
Post-Hoc *p*-Wert	SHP-Studierende zu ohne/andere Ausbildung < .001**	Diplom/MA SHP zu SHP-Studierende .024*	ohne/andere Ausbildung zu Diplom/MA SHP .101

Anmerkung: N = 135

7.4.1 Prüfung möglicher Leistungsunterschiede zwischen den befragten Personen hinsichtlich anderer Merkmale

Neben dem Ausbildungshintergrund wurden weitere Indikatoren (u. a. Alter, Geschlecht, Sprachregion und Schulform) erfasst, um die Struktur der Stichprobe möglichst umfassend beschreiben zu können (vgl. Kapitel 6.4.1). Im Rahmen der

statistischen Auswertungen wurden auch diese berücksichtigt, wenngleich sie nicht hypothesenrelevant sind. An dieser Stelle werden deshalb die zentralsten Erkenntnisse hierzu kurz zusammengefasst wiedergegeben.
Zugunsten der Gewährleistung von Anonymität wurden die Altersangaben nicht metrisch, sondern mittels einer vierstufigen Likert-Skala erfasst. Wie in der nachfolgenden Tabelle 17 veranschaulicht, verweist die varianzanalytische Überprüfung auf einen signifikanten Unterschied zwischen den vier Altersgruppen ($F(3) = 3.68$, $p < .050$) bezüglich der Leistung bzw. des mathematikspezifischen Professionswissens. Die Bedingung der Varianzhomogenität auf dem Signifikanzniveau von 5% ist erfüllt. Unter Verwendung von Post-hoc-Verfahren kann mittels Scheffé-Prozedur ein tendenzieller, aber nicht signifikanter Mittelwertunterschied ($p = .050$) zwischen den beiden Altersgruppen der 31- bis 40-Jährigen (Gruppe 3) und der 51- bis 65-Jährigen (Gruppe 4) hinsichtlich des MPW nachgewiesen werden. Auch die übrigen Mittelwertvergleiche erweisen sich als nicht signifikant, wobei sich dennoch eine leichte Unterschiedstendenz zwischen der jüngsten Altersgruppe 1 (20 bis 30 Jahre) und der ältesten Gruppe 4 (51 bis 65 Jahre) feststellen lässt. Die dargelegten Ergebnisse gilt es jedoch vor dem Hintergrund der bereits berichteten Sachlage (vgl. Kapitel 6.4.1, S. 156) einzuordnen, dass sich jüngere Probandinnen und Probanden zum Befragungszeitpunkt häufiger im SHP-Studium befinden als ältere Befragte, die wiederum öfter über eine bereits abgeschlossene SHP-Ausbildung verfügen.

Tabelle 17: ANOVA und Post-hoc-Tests: Leistungsunterschiede aller Altersgruppen

	1) 20–30 Jahre	2) 31–40 Jahre	3) 41–50 Jahre	4) 51–65 Jahre	
N	22	36	43	34	
M	20.55	20.33	17.95	16.35	
SD	6.155	7.063	4.746	5.602	
SE	1.312	1.177	0.724	0.961	
ANOVA	*df* 3	*F*-Wert 3.679	*p*-Wert .014*		
Post-hoc	20–30 Jahre zu 31–40 Jahre	31–40 Jahre zu 41–50 Jahre	41–50 Jahre zu 51–65 Jahre	51–65 Jahre zu 20–30 Jahre	51–65 Jahre zu 31–40 Jahre
p-Wert	.999	.364	.704	.084	.050

Anmerkung: N = 135

Abgesehen von den vorab berichteten signifikanten Leistungsunterschieden hinsichtlich bestimmter Alters- und Ausbildungsgruppen erwiesen sich die Mittelwertdifferenzen bezüglich übriger Merkmale (Schulform, Sprachregion, Fragebogenversion) als nicht signifikant.
Allfällige Unterschiede dürften insbesondere hinsichtlich der Sprachregion und der Fragebogenversion ohnehin nur unter Vorbehalt interpretiert werden (vgl. Kapitel 6.4.1, Tabelle 7, S. 155), da die deutlich kleinere Gruppe der französischsprachigen Befragten mit 79% SHP-Studierenden und 21% SHP mit Diplom/MA

hauptsächlich aus auszubildenden SHP besteht und demgegenüber deutschsprachige Probandinnen und Probanden deutlich heterogenere Ausbildungshintergründe aufweisen (37% Studierende, 43% mit Diplom/MA, 20% ohne/andere Ausbildung). Des Weiteren wurde, verbunden mit der erschwerten Erreichbarkeit der angehenden SHP, auch die Online-Version häufiger von Studierenden (74%) ausgefüllt als die Papier-Bleistift-Version (39% Studierende, 44% mit Diplom/MA, 18% ohne/andere Ausbildung).
Aufgrund der stark ungleichen Stichprobengrösse der beiden Geschlechtergruppen (männlich: N = 17, weiblich: N = 118; Verhältnis 1:7) und der nicht erfüllten Voraussetzung der Varianzhomogenität wurde bezüglich des Geschlechts sowohl auf die Untersuchung von Mittelwertdifferenzen als auch von allfälligen Einflüssen auf das MPW verzichtet, zumal im Umgang mit kleinen Stichproben die Gefahr unzuverlässiger Ergebnisse sehr gross ist (Janssen & Laatz, 2013, S. 323).

7.4.2 Kontrolle möglicher Einflussfaktoren auf das mathematikspezifische Professionswissen der befragten Fachpersonen

Die Berufsausbildung ist für den Entwicklungsprozess von berufsspezifischem Fachwissen von zentraler Bedeutung (Brunner et al., 2006). In bisherigen Studien wurde auf verschiedene (Ausbildungs-)Merkmale verwiesen, welche die Ausprägung des Professionswissens mitbestimmen (vgl. Kapitel 3.3.3). Dies verdeutlicht im Hinblick auf die vorliegende Untersuchung die Notwendigkeit, den Einfluss verschiedener Faktoren (z. B. Ausbildungscharakteristika) auf das mathematikspezifische Professionswissen der befragten SHP zu kontrollieren. Um zu bestimmen, welche Indikatorvariablen (Ausbildung, Alter, Sprachregion, Schulform, Störvariable Testversion) möglicherweise das Konstrukt MPW von SHP beeinflussen, wurde eine multiple Regressionsanalyse mit sogenannten „Dummy-Variablen“ zur empirisch-analytischen Gewichtsbestimmung (Bortz & Döring, 2006, S. 148) vorgenommen. Diese ermöglicht es, „Beziehungen zwischen mehreren Prädiktorvariablen und einer Kriteriumsvariablen zu analysieren“ (Bortz & Schuster, 2010, S. 342).

Prüfung der Voraussetzungen für die Regressionsanalyse
Die Kollinearitätsstatistik deutet darauf hin, dass die Indikatorvariablen nicht gänzlich unabhängig voneinander sind, wobei die strikten Richtwerte von Urban und Mayerl (2011, S. 232) zur Bestimmung der Kollinearität (Toleranz-Wert > 0.25; Varianz-Inflations-Faktor (VIF) $\leq$ 5.0) eingehalten werden können und somit ein Multikollinearitätsproblem ausgeschlossen werden kann. Zur Beurteilung der linearen Regressionsanalyse muss auch der Standardschätzfehler (SEE; vgl. Tabelle 18) berücksichtigt werden, wobei gilt, dass umso „kleiner dieser Stan-

dardfehler ist, desto besser ist die Anpassungsgüte des geschätzten Regressionsmodells“ (Urban & Mayerl, 2011, S. 171). Die Güte der Regressionsschätzung und somit auch der SEE sind dabei abhängig von der Stichprobengrösse und der Gesamtvarianz (ebd., S. 185).
Die durchgeführte ANOVA verweist darauf, dass von einer „signifikanten“ Varianzausschöpfung des Regressionsmodells ($F(8) = 3.47$, $p = .001$) und damit von signifikanten Ergebnissen ausgegangen werden kann (ebd., S. 135-173).

Durchführung der multiplen linearen Regressionsanalyse
Um die unabhängigen nominalen Variablen (Ausbildung, Alter, Sprache, Setting und Version) in die Regressionsanalyse einzubringen, wurden diese in je mehrere dichotome Hilfsvariablen (sogenannte „Dummy-Variablen“; vgl. Lück & Landrock, 2014, S. 403) transformiert. Diese zeigen jeweils an, ob eine Ausprägung vorliegt (1) oder nicht (0). Die erste so gebildete Variable des Regressionsmodells *a^1) SHP-Studium* (vgl. Tabelle 18) wurde beispielsweise wie folgt recodiert: SHP-Studium (1), Diplom/MA (0), ohne/andere Ausbildung (0). Die ordinal-skalierte Variable mit den drei eben genannten Ausbildungskategorien wird so anhand zweier Hilfsvariablen (a^1 und a^2) dargestellt, die vier Alterskategorien mittels dreier Variablen (b^1, b^2 und b^3), wobei die bereits dichotom vorliegenden Variablen (c) Sprache, d) Setting und e) Version) so beibehalten werden (vgl. Janssen & Laatz, 2013, S. 429). Diese Vorgehensweise verlangt die Interpretation der in Tabelle 18 dargelegten Regressionskoeffizienten Beta somit ausgehend davon, „dass die Effekte immer in Relation zu einer Vergleichsgrösse zu interpretieren sind“ (Urban & Mayerl, 2011, S. 284).

Tabelle 18: Regression: Einfluss der Ausbildung und anderer Faktoren auf das MPW

Modellzusammenfassung	R^2	korrigiertes R^2	SEE	Durbin-Watson-Test	
	0.192	0.136	5.657	1.779	
ANOVA	*df*	*F*-Wert		*p*-Wert	
	8	3.467		.001*	
Regressionsmodell	Unabhängige Variable	Beta (*b*), nicht standardisiert	SE	Beta (β), standardisiert	*p*-Wert
Abhängige Variable: Testleistung (MPW)	a^1) SHP-Studium	5.83	1.758	0.48	.001*
	a^2) Diplom/MA	3.04	1.554	0.25	.053
	b^1) Alter: 20–30	2.98	1.756	0.18	.093
	b^2) Alter: 31–40	3.05	1.518	0.22	.047
	b^3) Alter: 41–50	1.14	1.389	0.09	.412
	c) Sprache	-2.14	1.497	-0.15	.155
	d) Setting	-1.35	1.107	-0.11	.225
	e) Version	0.16	1.458	0.01	.913

Anmerkung: N = 126

Das korrigierte *R-Quadrat* gibt dabei den Varianzanteil an, der durch die Regression erklärt werden kann (Rasch et al., 2014a, S. 107; Weiber & Mühlhaus, 2014,

S. 29), wobei dieses den Vorteil aufweist, dass Stichprobenumfang und Variablenzahl berücksichtigt werden (Urban & Mayerl, 2011, S. 170). Hier lässt sich der Determinationskoeffizient (R^2 = 0.136) so interpretieren, dass das theoretische Modell, das aus acht Hilfsvariablen besteht, zu 13.6% für die Gesamtleistung einer befragten Person verantwortlich ist (Rasch et al., 2014a, S. 108). Das bedeutet wiederum, dass 86.4% der Varianz nicht durch die Prädiktoren aufgeklärt werden und somit unbekannt bleiben. In Anlehnung an Cohen (1992, S. 159), der basierend auf einer Umrechnungsformel die Effektstärke des Bestimmtheitsmasses R^2 festlegt, stehen Koeffizienten ab 0.13 für einen mittleren Effekt. Die Varianzaufklärung muss somit als eher gering bis mittelmässig beurteilt werden, womit das statistisch signifikante Modell mit den in der Tabelle 18 enthaltenen Indikatorvariablen (Ausbildung, Alter, Sprachregion, Setting bzw. Schulform und Testversion) die Prognose des Merkmals „mathematikspezifisches Professionswissen von SHP“ nicht umfassend ermöglicht bzw. davon auszugehen ist, dass es andere, nicht bekannte Variablen geben muss, die den Index erklären können. In einem nächsten Schritt gilt es, die einzelnen Indikatorvariablen zu betrachten: Die standardisierten Regressionskoeffizienten bzw. die sogenannten „Beta-Gewichte“ (vgl. Bortz & Schuster, 2010, S. 346) drücken „die Veränderung von Prädiktor und Kriterium in Standardabweichungen aus“ (ebd.). Diese sind den nicht standardisierten Regressionskoeffizienten (b) vorzuziehen, da sie von Auswirkungen allfällig unterschiedlicher Skalierungen der Hilfsvariablen befreit sind (Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 233), wobei dies insbesondere beim später zu untersuchenden Einfluss der Berufserfahrung eine Rolle spielt.

Das Regressionsmodell (vgl. Tabelle 18) zeigt weiter, dass die Hilfsvariable a^1) *SHP-Studium* den grössten Beitrag zur Erklärung liefert (β = 0.478), wobei diese zugleich den einzigen Prädiktor darstellt, der sich als signifikant erweist (p = .001). Somit kann abschliessend festgehalten werden, dass einzig das zum Befragungszeitpunkt absolvierte SHP-Studium einen signifikanten Einfluss auf das mittels des eingesetzten Befragungsinstruments untersuchte MPW hat.

7.5 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse

Allgemeine Beschreibung der Gesamtsummenwerte (MPW) der SHP

Die vorliegenden Ergebnisse zeichnen ein heterogenes Bild des mathematikspezifischen Professionswissens von SHP: Während im Minimum 5 von 38 möglichen Punkten (entspricht 13.2% des möglichen Gesamtsummenwerts) erreicht werden, liegt das Maximum bei 34 Punkten bzw. 89.5% der möglichen Maximalpunktzahl. Die mittlere Standardabweichung beträgt dabei 6.05. Knapp die Hälfte der befragten Personen erreicht Gesamtsummenwerte im mittleren Bereich, d. h. Werte zwischen 16 und 22 Punkten (entspricht zwischen 42.1% und 57.9% des möglichen Gesamtsummenwerts).

MPW von SHP vor dem Hintergrund des MKT-Modells von Ball et al. (2008)
Mit Blick auf die Lösungswahrscheinlichkeiten der einzelnen Items (vgl. Abbildung 32, S. 169) zeichnen sich drei Itemgruppen ab, die sich in ihrer Schwierigkeit unterscheiden. Anhand der theoretischen Einordnung der Items in das MKT-Modell von Ball et al. (2008; vgl. Tabelle 15, S. 184) zeigt sich, dass die SHP viel Wissen mitbringen, wenn es um Aspekte des allgemeinen Inhaltswissen (CCK) geht. Die höchsten Lösungswahrscheinlichkeiten (zwischen 87% und 95%) liegen beim Faktor 3) zum Themenbereich „Fachbegriffe und Pränumerik" vor. Der Grossteil der befragten SHP ist ferner in der Lage, wichtige Kenntnisse hinsichtlich des Zahlbegriffserwerbs richtig einzuschätzen, sowie das Potenzial einer Aufgabe zur Zahlzerlegung zu erkennen. Weiter liegen auch hohe Lösungswahrscheinlichkeiten zu bestimmten Aspekten des spezialisierten Inhaltswissens (SCK) vor: So sind die SHP mehrheitlich in der Lage, wichtige Voraussetzungen für den Erwerb der Addition und Subtraktion zu benennen und können verschiedene Hilfestellungen für die Unterstützung beim Zählen von Objekten geben. Deutlich niedrigere Lösungswahrscheinlichkeiten weisen Items zur Erfragung des Inhaltswissens auf – wie zur Unendlichkeit der natürlichen Zahlen und zur Bedeutung der Null beim Objektezählen. Bezüglich der Zählprinzipien und der Phasen der Zählentwicklung zeigen die Lösungswahrscheinlichkeiten, dass weniger als die Hälfte der SHP über dieses Wissen verfügen. Die Befragten lösten somit Items zum allgemeinen Inhaltswissen (mit Ausnahme von C5 und C7) besser als Items zum spezialisierten Inhaltswissen (z. B. C12, C10, L9). Schwierig zu beantworten waren Items zum fachdidaktischen Wissen (KCS und KCT): So zeigen die Lösungswahrscheinlichkeiten der Items zur Bewertung und Analyse von Arbeitsmitteln und Veranschaulichungen (C16–C20; zwischen 18% und 37%), dass Unsicherheiten bezüglich der Eignung unterschiedlicher Fördermaterialien bestehen. Hier muss allerdings berücksichtigt werden, dass die Befragten zum Teil anhand von Bildern Materialien einschätzen mussten, die sie nicht kannten. Weiter verweisen die Antworten der Probandinnen und Probanden darauf, dass ein Grossteil der Befragten ein Verständnis von mathematischer Förderung mitbringt, das mitunter Aspekte „traditioneller" Förderansätze für Kinder mit IB beinhaltet. Jedoch befürworten die Befragten zugleich auch Vorschläge, die in Lehrmitteln mit aktiv-entdeckendem Ansatz für den Regelbereich zu finden sind, z. B. die ganzheitliche Erarbeitung des Zahlenraumes. Auch Arbeitsmittel wie das 20er-Feld scheinen bekannt zu sein. Insgesamt lässt sich hinsichtlich der unterschiedlichen Förderansätze jedoch kein eindeutiges Bild erkennen, da Aspekte verschiedener Ansätze auf Zuspruch bei den befragten SHP stossen.
Als Nächstes werden die Ergebnisse zur Beantwortung der explorativ (F1) und

quantitativ-orientierten Fragestellung (F2) zusammengeführt dargestellt.

Forschungsfrage F1: Dimensionen des MPW von SHP

Mittels explorativer Faktorenanalyse wurde ein Fünf-Faktoren-Modell ermittelt, das aus verschiedenen, sich teilweise überlappenden Komponenten des mathematikspezifischen Professionswissens von SHP besteht (vgl. Kapitel 7.3.2). Die Voraussetzungen für das eingesetzte Verfahren können dabei insgesamt als erfüllt erachtet werden. Im Hinblick auf das MKT-Modell von Ball et al. (2008) lassen sich fünf ermittelte Faktoren zu drei Komponenten des mathematikspezifischen Professionswissens von SHP zusammenfassen: fachdidaktisches Wissen bzw. Wissen über Inhalte und Lernende sowie Unterrichten (Faktor 1; KCS und KCT), spezialisiertes Inhaltswissen (Faktor 2; SCK) und allgemeines Inhaltswissen (Faktoren 3, 4, und 5; CCK). Das fachdidaktische Wissen umfasst Items zu den Arbeitsmitteln und Veranschaulichungen (C16–C20) wie auch mathematikdidaktische Konzepte zur Förderung von Kindern mit IB (L11). Das spezialisierte Inhaltswissen beinhaltet Items, welche die Grundlagen zur Zahlbegriffsentwicklung erfragen (C12, C10, L9, L8 und C6; vgl. Tabelle 15, S. 184). Die Items zum allgemeinen Inhaltswissen laden dagegen nicht auf einen Faktor, sondern gliedern sich in die drei Themenbereiche Fachbegriffe und Pränumerik (Faktor 3), Wissen über Beziehungen natürlicher Zahlen (Faktor 4), Wissen um Zahlbegriffsvoraussetzungen (Faktor 5). Der im Rahmen der Konstrukt-Operationalisierung dargelegte Einordnungsversuch der Items in das MKT-Modell (vgl. Tabelle 4, S. 143) diente der Berücksichtigung verschiedener Wissensdimensionen. Es zeigt sich, dass die theoretische Zuordnung der Items zu den beiden Hauptdimensionen fachdidaktisches Wissen und Fachwissen grundsätzlich mit der ermittelten Faktorenlösung übereinstimmt. Ausnahme bildet einzig das Item „Hilfestellung Zählen“ (C6), das aufgrund der ermittelten Faktoren anstatt dem Wissen über Inhalt und Lernende (PCK) dem spezialisierten Inhaltwissen (CK) zugeordnet werden müsste. Dieses Item weist jedoch vergleichbar niedrige Ladungen (.361 bzw. .398) bei den beiden ersten Faktoren auf (vgl. Tabelle 15, S. 184), weshalb keine eindeutige Zuordnung erfolgen kann.

Die Aussagekraft der ermittelten Faktoren ist jedoch aufgrund der explorativen Vorgehensweise gering, weshalb keine generalisierenden Aussagen zur Struktur des MPW von SHP getroffen werden können (vgl. Kapitel 7.3.1). Aufgrund des gewählten statistischen Verfahrens bleibt es hinsichtlich der Struktur des mathematikspezifischen Professionswissens damit bei einer Deskription (vgl. Kapitel 7.3.2). Angesichts der untersuchten Korrelationen (vgl. Tabelle 14, S. 181) kann festgehalten werden, dass offene Items einen engeren Zusammenhang aufweisen als solche mit gebundenem Itemformat, woraus sich in Übereinstimmung mit Züll und Menold (2014) die Annahme ergibt, dass Erstere für die Erfassung von komplexen Konstrukten, wie jenem des MPW von SHP, besser geeignet sind, indem sie zu reliableren und valideren Daten führen.

Forschungsfrage F2: Prüfung der Hypothesen H2a, H2b und H2c
Zur Beantwortung der beiden Forschungsfragen und Prüfung der dazugehörigen Hypothesen wurden drei Ausbildungsgruppen gebildet: 1) Studierende in Schulischer Heilpädagogik (N = 64), 2) SHP mit einem Diplom oder Masterabschluss in Schulischer Heilpädagogik (N = 51) sowie 3) Personen mit anderer oder fehlender (heil-)pädagogischer Ausbildung (N = 20). Wie in der nachfolgenden Tabelle 19 festgehalten, ergab die einfaktorielle Varianzanalyse einen hochsignifikanten Unterschied zwischen den drei verschiedenen Gruppen ($F(2) = 10.15$, $p < .001$). Die einzelnen Scheffé-Tests zeigen, dass die Studierenden hypothesenkonform sowohl ein hochsignifikant höheres MPW vorweisen als Personen ohne/mit anderen (sonder-)pädagogischen Ausbildungen und auch als SHP mit einer abgeschlossenen Berufsausbildung in Schulischer Heilpädagogik (bzw. mit Diplom/MA). Vor dem Hintergrund, dass kein signifikanter Einfluss der Anzahl Berufsjahre nachgewiesen werden konnte, könnte dies als Indiz dafür gewertet werden, dass sich das Professionswissen unabhängig von der Berufserfahrung entwickelt bzw. der Erwerb des Professionswissens hauptsächlich in der Ausbildung anzusiedeln ist. Dies würde sich auch mit Studien zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung decken (vgl. Brunner et al., 2006). Überraschend ist hingegen, dass sich die Leistungen von Personen mit einem Diplom oder Masterabschluss in Schulischer Heilpädagogik nicht signifikant von jenen mit anderer oder fehlender (heil-)pädagogischer Ausbildung unterscheiden. Hier gilt zu berücksichtigen, dass bei rund der Hälfte der Personen mit einem Diplom/MA in Schulischer Heilpädagogik (24 von insgesamt 51) die Ausbildung schon über zehn Jahre zurückliegt (vgl. Tabelle 8, S. 157) und deren mathematikspezifisches Professionswissen möglicherweise noch auf Konzepten und Sichtweisen beruht, die nicht oder nur bedingt dem aktuellen mathematikdidaktischen Stand (vgl. Kapitel 4.2.2) entsprechen.
Interessant ist weiter auch, dass jüngere Probandinnen und Probanden im Durchschnitt ein höheres mathematikspezifisches Professionswissen aufweisen als ältere Befragte, was in Übereinstimmung mit anderen Forschungsergebnissen (Kessler, 2011; Krauss, Neubrand et al., 2008; vgl. Kapitel 3.3.3) wiederum gegen einen positiven Einfluss der Berufserfahrung auf das Professionswissen spricht. Mit Blick auf die unterschiedlichen Ausbildungen vor dem Hintergrund der vier Alterskategorien (vgl. Abbildung 30, S. 156) zeigt sich: Je jünger die Befragten sind, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass diese sich in der Ausbildung befinden, und je älter sie sind, desto eher verfügen sie erwartungsgemäss bereits über eine abgeschlossene Berufsausbildung als SHP.

Tabelle 19: Zusammenfassung der Ergebnisse der Hypothesenprüfung (H2a, H2b und H2c)

F2: Unterschiede des MPW bei Personen mit verschiedenen Ausbildungshintergründen	**$F(2) = 10.15, p < .001$**	
	p-Wert	Konsequenz
H2a: Studierende SHP weisen ein höheres MPW auf als Personen ohne/mit anderer Ausbildung	< .001	Annahme
H2b: SHP mit Diplom/MA weisen ein geringeres MPW auf als Studierende SHP	.024	Annahme
H2c: Personen ohne/mit anderer Ausbildung weisen ein geringeres MPW auf als SHP mit Diplom/MA	.101	Verwerfung

Überlegungen zur Kontrolle möglicher Einflussfaktoren

Wie in Kapitel 7.4.2 beschrieben, verweisen die Ergebnisse der multiplen Regressionsanalyse darauf, dass einzig das SHP-Studium, das zum Befragungszeitpunkt absolviert wird, einen signifikanten Prädiktor hinsichtlich des MPW von SHP darstellt, wohingegen sich die bereits abgeschlossene Berufsausbildung als knapp nicht signifikant erweist und damit nur eine bedingte Vorhersagekraft besitzt.

In Analogie zu den vorab berichteten Überlegungen zur Fragestellung F2 und vorangegangenen Forschungsergebnissen aus der Lehrerinnen- und Lehrerbildung (vgl. Kapitel 3.3.3) werden auch diese Ergebnisse dahingehend interpretiert, dass der Erwerb professionellen Wissens hauptsächlich in der institutionellen Ausbildung zu verorten ist und deshalb das Studium in Schulischer Heilpädagogik einen bedeutenden Einfluss auf die Ausprägung des aus den Daten abgeleiteten mathematikspezifischen Professionswissens hat.

8 Ergebnisse zu den Einschätzungen und Erfahrungen der Befragten

Neben den kriterienorientierten Aufgaben, die anhand quantitativer Methoden das Konstrukt Professionswissen zu messen beabsichtigten, beinhaltete das entwickelte Befragungsinstrument fünf weitere Items, bei denen die Informationsgewinnung im Vordergrund stand. Wird mit Interpretationen des vorhandenen Datenmaterials und weniger mit Messungen operiert, so sind qualitative Forschungszugänge zu wählen (Bortz & Döring, 2006, S. 296). Die Kombination quantitativer und qualitativer Forschungsmethoden bietet sich aufgrund der vorliegenden Thematik insofern an, als neben der hauptsächlich explanativen Untersuchung bzw. Hypothesenprüfung durch die Ergänzung explorativer Verfahren die Generierung neuer Theorien und Hypothesen ermöglicht wird (ebd., S. 365). Zudem entspricht die Methodentriangulation einer häufig gewählten Vorgehensweise in der Forschung (ebd., S. 298).
Nachfolgend wird in einem ersten Schritt der Hintergrund der qualitativen Datenanalyse beschrieben, wonach die leitenden Forschungsfragen des qualitativen Untersuchungsteils zur Erinnerung erneut aufgeführt werden. In groben Zügen folgen sodann die Darstellung der Vorgehensweise und die Beschreibung der Datenauswertung.

8.1 Durchführung der qualitativen Datenanalyse

Ausgangslage für die Untersuchung qualitativer Aspekte bildete folgendes Szenario: Im Rahmen der Entwicklungsarbeiten des Befragungsinstruments wurde vermehrt kritisiert, dass es sich abgesehen von drei Fragen zur konkreten Praxis um ein Instrument handle, mit dem ausschliesslich Wissen erfasst werden könne, und die Erfahrungen des sonderpädagogischen Fachpersonals somit vernachlässigt würden. Neben anderen Anpassungen wurde deshalb das Instrument bzw. der Fragebogen im Laufe des Entwicklungsprozesses um zwei weitere Items mit offenem Antwortformat ergänzt, um so neben den Daten zur Messung des Professionswissens auch eine Interpretationsgrundlage zu den fachspezifischen Einschätzungen und Erfahrungen von SHP zu gewinnen.

Fragestellung und Vorgehen
Der Erhebung des qualitativen Datenmaterials liegen folgende Fragestellungen als Ausgangspunkt zugrunde (vgl. Kapitel 6.1), die sich auf den Kontext des Mathematikunterrichts (MU) von Kindern mit IB bzw. auf deren mathematische Förderung beziehen:

- *Frage F3 zu wichtigen und herausfordernden Aspekten des MU aus Sicht der SHP*
  Was ist aus Sicht der SHP wichtig für die mathematische Förderung von Kindern mit IB und worin besteht für sie die grösste Herausforderung im Mathematikunterricht mit diesen Lernenden?

- *Frage F4 zum Einsatz von Mathematiklehrmitteln und Förderprogrammen/Materialien*
  Welche Lehrmittel werden von den SHP regelmässig zur Förderung von Kindern mit IB eingesetzt und welche Förderprogramme/Materialien sind bekannt und/oder kommen zum Einsatz?

- *Frage F5 zum Einsatz mathematischer Entwicklungsmodelle in der SHP-Ausbildung*
  Welche Modelle zur Entwicklung mathematischer Kompetenzen wurden in der Ausbildung von SHP-Studierenden und Fachpersonen mit abgeschlossener SHP- oder BFF-Ausbildung eingesetzt und/oder empfohlen?

Um die Fragestellungen zu beantworten wurden offene und halb offene Antwortformate gewählt. Letztere beinhalten die Vorgabe von Antwortmöglichkeiten verbunden mit einem offenen Textfeld für Ergänzungen. Aufgrund der verschiedenen Antwortformate bieten sich unterschiedliche Auswertungsmöglichkeiten an, weshalb die Ergebnisdarstellung entsprechend den Charakteristika des gesammelten Datenmaterials erfolgt: Die Auswertung der Fragen nach den eingesetzten Lehrmitteln (Item 2), dem Bekanntheitsgrad von Förderprogrammen/Materialien (Item 3) sowie den Entwicklungsmodellen mathematischer Kompetenzen (Item 4) wurde dabei anhand von Häufigkeitsanalysen vorgenommen. Forschungsfrage 4 wurde dagegen anhand zweier offen formulierter Fragen untersucht, welche die Darlegung der subjektiven Sichtweise durch die befragten SHP erforderten. Damit verbunden erfolgte auch die Ergebnisauswertung mittels eines komplexeren Analyseverfahrens – der induktiven Kategorienbildung im Sinne der Qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2015, S. 85-90). Im folgenden Kapitel steht deshalb das methodische Vorgehen hinsichtlich Frage 4 (ausgehend vom Datenmaterial zu Item 1 und 24) im Zentrum, gefolgt von der Ergebnisdarstellung aller drei vorab aufgeführten, explorativ zu untersuchenden Fragestellungen bzw. der Darstellung der zugehörigen fünf Items (Nr. 1–4, 24).
Um Informationen zur Sichtweise des sonderpädagogischen Fachpersonals hinsichtlich relevanter und herausfordernder Aspekte des Mathematikunterrichts von Kindern mit IB zu gewinnen, wurden die beiden betreffenden Items 1 und 24 am Anfang bzw. am Ende des Fragebogens platziert: Das Instrument wurde mit der

Frage *„Was ist für Sie bei der mathematischen Förderung von Kindern mit einer geistigen Behinderung wichtig?"* eröffnet und endete mit der Frage *„Was ist für Sie die grösste Herausforderung im Mathematikunterricht mit Kindern mit einer geistigen Behinderung?"*. Da der Terminus „geistige Behinderung" (GB) in der sonderpädagogischen Praxis gebräuchlicher ist als der neuere Begriff „intellektuelle Beeinträchtigung" (IB) wurde im Befragungsinstrument konsequent Ersterer verwendet, wobei beide Termini synonym zu verstehen sind (vgl. Kapitel 4.1).

Auswertung und Ergebnisdarstellung

Die qualitative Forschung beabsichtigt, *„soziale Phänomene gegenstandsgemessen zu beschreiben, d. h., sie in ihrer Vielfalt, Ambivalenz und Dynamik zu erhalten"* (Meyer, 2014, S. 249; Hervorhebung im Original). In einem ersten Schritt erfordert die theoretische Erfassung eines komplexen Untersuchungsgegenstands nach Bortz und Döring (2006, S. 381), dass die gesammelten Daten weitestgehend frei von Voreingenommenheit und unter Bewahrung der Struktur des Forschungsgegenstandes geordnet werden. Dieses Vorgehen entspricht der durch Mayring (2015) mitbegründeten Auswertungsmethode der *Qualitativen Inhaltsanalyse*. Diese Methode ermöglicht mittels Erkenntnisnutzung der quantitativen Inhaltsanalyse die Bewältigung umfangreicher Mengen an Textmaterial unter Einhaltung theoretisch begründeter, inhaltsanalytischer Regeln (Mayring & Fenzl, 2014, S. 543). Die Analyse ist dabei streng kategoriengeleitet und begünstigt intersubjektive Nachvollziehbarkeit durch den Einbezug genauer Auswertungsregeln (ebd., S. 544-545). Die Auswertung erfolgte unter Verwendung der Software MAXQDA, die verschiedene Tools zur Organisation und Analyse qualitativer Daten bietet. Dieses Vorgehen ermöglichte eine erste Sichtung und Ordnung des Datenmaterials, um davon ausgehend, entsprechend der induktiven Kategorienbildung nach Mayring (2015, S. 85), im Datenbearbeitungsprozess Kategorien zu formulieren. Die induktive Kategoriendefinition beinhaltet die direkte Ableitung der Kategorien aus dem Datenmaterial „in einem Verallgemeinerungsprozess […], ohne sich auf vorab formulierte Theorienkonzepte zu beziehen" (Mayring, 2015, S. 85). Während der Erstbearbeitung des Datenmaterials wurden theoriebasierte Überlegungen aus der allgemeinen Didaktik berücksichtigt, um das Kategoriensystem vor dem Hintergrund relevanter Unterrichtselemente zu strukturieren (vgl. Helmke, 2012). Nach Durcharbeitung von über der Hälfte des Materials pro Item wurde das daraus entwickelte Kategorienmodell revidiert und im abschliessenden Schritt für den endgültigen Materialdurchgang beider Items (Nr. 1 und 24) genutzt (vgl. Mayring, 2015, S. 85).

So ist ein Codesystem mit 103 Kategorien entstanden, das als Grundlage für die Datenauswertung der Frage 4, zu den wichtigen und herausfordernden Aspekten des Mathematikunterrichts mit Kindern mit IB, diente.

8.2 Als wichtig und herausfordernd erlebte Aspekte des Mathematikunterrichts

Wie bereits beschrieben, war die Überlappung der Antworten auf die Eingangs- und Schlussfrage (Items 1 und 24) so gross, dass nach einem ersten Materialdurchgang die Verwendung desselben Kategoriensystems naheliegend war und damit verbunden eine synthetisierende Beschreibung der Erkenntnisse favorisiert wurde. Aus diesem Grund werden die Antworten der SHP auf Frage 1 und 24 des Instruments im folgenden Kapitel stets gemeinsam präsentiert. Dies hat den Vorteil, dass wichtige und herausfordernde Elemente des Mathematikunterrichts von Kindern mit IB aus Sicht des sonderpädagogischen Fachpersonals nicht unabhängig voneinander dargestellt werden müssen, sondern als zusammenhängende Komponenten im Kontext des „Interaktions- und Kommunikationsfelds Mathematikunterricht" (Werner, 2009, S. 25; vgl. Kapitel 4.4.1, S. 103) betrachtet werden können. Damit wird die Grundlage für Mayrings (2015) Qualitätsanspruch, dass die Ergebnisse der Inhaltsanalyse „vom jeweiligen Theoriehintergrund her interpretiert" werden (ebd., S. 13), gelegt. Die abschliessende bzw. theoriegeleitete Interpretation folgt dabei später in Kapitel 9.

Insgesamt wurden 738 Nennungen (NE) bei Item 1 („wichtige Elemente") und 467 Nennungen bei Item 24 („herausfordernde Elemente") für die Auswertung berücksichtigt. Da viele Antworten mehrere Aussagen enthielten, musste innerhalb einzelner Textpassagen je nach Inhalt einfach, doppelt oder mehrfach codiert werden. Dabei wurde jedes Wort bzw. jedes semantisch zusammengehörige Textsegment hinsichtlich der Fragestellung analysiert und entsprechend kategorisiert. Anhand des vorab beschriebenen Vorgehens konnten ausgehend vom Datenmaterial sechs Hauptkategorien identifiziert werden. Zugunsten einer ersten Übersicht wurde eine Quantifizierung der Antworten entsprechend den zusammengefassten Bereichen vorgenommen. Dabei zeigt sich, dass die didaktischen Prinzipien bzw. die „Qualitätsbereiche des Unterrichts" (vgl. Kapitel 4.4.1, S. 106), wie sie Helmke (2012, S. 168-271) beschreibt, bei beiden Items einen besonderen Stellenwert einnehmen (vgl. Tabelle 20).

Tabelle 20: Wichtige und herausfordernde Aspekte: Anzahl Nennungen pro Bereich und Frage

Hauptbereiche der zugeordneten Nennungen	**„Wichtig“ (738 NE)**	**„Herausfordernd“ (467 NE)**
Anzahl Personenantworten (N = 135 Befragte)	*N = 132 Antworten*	*N = 125 Antworten*
1) Schul. Heilpädagogin/Schul. Heilpädagoge	4%	17%
2) Didaktische Prinzipien	57%	41%
3) Curricula des Mathematikunterrichts	23%	15%
4) Andere Curricula	2%	1%
5) Schülerin/Schüler mit IB	9%	17%
6) Kontextuelle Faktoren	5%	9%

Anmerkung: „Wichtig“ stellt die Eingangsfrage, „Herausfordernd“ die Schlussfrage des Instruments dar.

Mit Blick auf das anschauliche Modell von Werner (2009) (vgl. Abbildung 15, S. 103), das mathematische Lernschwierigkeiten im Kontext des „Interaktions- und Kommunikationsfelds Mathematikunterricht“ (S. 25) versteht, lassen sich in den induktiv ermittelten Bereichen die drei unterrichtsprägenden Komponenten Sach-, Vermittlungs- und Aneignungsstruktur wiedererkennen. So bezieht sich der erste Bereich, „Schulische Heilpädagogin/Schulischer Heilpädagoge“, auf genannte Aspekte, die abhängig von der Lehrperson sind, z. B. diagnostische und fachdidaktische Kompetenzen. Auch der zweite Bereich, „didaktische Prinzipien“, umfasst relevante Aspekte auf Vermittlungsebene, z. B. das Individualisieren und Differenzieren oder den Einbezug der Lebenswelt. Dem dritten Bereich wurden fachliche Themen zugeordnet, z. B. das Erlernen des Umgangs mit Grössen oder die Weiterentwicklung des Mengenbegriffs, wohingegen der vierte Bereich nicht mathematische Curricula, d. h. vor allem Nennungen zur Wahrnehmung beinhaltet. Äusserungen, die sich auf die Schülerschaft mit IB und deren Entwicklung beziehen, z. B. auf kognitive oder kommunikative Kompetenzen, sind im fünften Bereich zusammengefasst. Der sechste Bereich umfasst dagegen Nennungen, die sich auf kontextuelle Faktoren wie Ressourcen oder die Schulform beziehen.

In den nachfolgenden drei Unterkapiteln folgt eine differenzierte Auseinandersetzung mit den Antworten der Probandinnen und Probanden auf die Fragen nach wichtigen und herausfordernden Aspekten des Mathematikunterrichts von Kindern mit IB. Zugunsten einer besseren Ergebnisübersicht werden die von den SHP genannten Aspekte, geordnet nach den drei Unterrichtskomponenten Sach-, Vermittlungs- und Aneignungsebene, unter Berücksichtigung des entwickelten Kategoriensystems beschrieben.

8.2.1 Wichtige und herausfordernde Elemente auf Vermittlungsebene

Bezug zur Alltags- und Lebenswelt und motivationale Komponenten

Mehr als die Hälfte aller Nennungen (NE) auf die Frage, was bei der mathematischen Förderung wichtig sei, beziehen sich auf den Inhaltsbereich „didaktische Prinzipien". Am häufigsten genannt wurde dabei der „Bezug zur Lebenswelt/Alltagsbezug" (67 NE). Es wird eine „lebensnahe" Mathematik gefordert, die alltagsrelevante Bereiche (z. B. Einkaufen, Kochen) thematisiert und letztlich zu „Autonomie und Selbstständigkeit" (10 NE) beiträgt, wie folgende Antwort veranschaulicht: *„- Mathematik in Alltagssituationen (Sachrechnungen im Umfeld des Schülers). - Mathematik im Hinblick auf lebenspraktische Selbstständigkeit. - Trotz basaler Schwächen im pränumerischen Bereich hinführen zu relevanten Themen bez. Selbstständigkeit*" (74_d_PB_S). Das Einbinden der Alltags- und Lebenswelt wird dennoch auch als anspruchsvolle Aufgabe betrachtet (17 NE) und auch das Hinarbeiten auf eine lebenspraktische Selbstständigkeit wird verbunden mit den besonderen Lernvoraussetzungen als herausfordernd (8 NE) erfahren: *„Alltagsbezug schaffen und vorbereiten auf das spätere Leben, auch wenn wenige mathematische Fähigkeiten vorhanden sind"* (113_d_PB_S). Als Begründung für eine lebenspraktische und alltagsbezogene Mathematik wird vereinzelt genannt, dass die Schülerinnen und Schüler dadurch motiviert würden. Insgesamt wird Freude oder Spass am Lernen im Kontext der „Motivierung" (13 NE) als wichtig, jedoch auch als herausfordernd (8 NE) erachtet. Übrige Nennungen hinsichtlich der Motivierung (10 NE) betonen die Wichtigkeit von Vorgehensweisen wie positives Verstärken, Erhöhen von Erwartungen, Auslösen kognitiver Konflikte oder partizipatives Einbinden der Kinder mit IB.

Handlungsorientierung durch eingesetzte Arbeitsmittel und Veranschaulichungen
Fast ebenso wichtig wie der lebensweltliche Bezug sind nach Angaben der Befragten der „Einsatz von Arbeitsmitteln und Veranschaulichungen" (52 NE) sowie das „handlungsorientierte Lernen" (50 NE; vgl. Kapitel 4.4; z.B. Mühl 1986b), wobei eher der Umgang mit Arbeitsmitteln (18 NE) als die Umsetzung des handelnden Lernens (7 NE) als herausfordernd erlebt wird. Vergleichsweise weniger relevant scheint das „spielerische Lernen" (10 NE) zu sein. Verbunden mit dem handelnden Lernen werden bei den Arbeitsmitteln und Veranschaulichungen häufig Kriterien wie „konkret", „handelnd" und „anschaulich" genannt (15 NE), wie folgendes Beispiel zeigt: *„Für mich ist wichtig, dass die Kinder konkretes Material haben, um sich dem Verständnis anzunähern, dass sie handeln, experimentieren können"* (52_F_PB_I). Genauen Aufschluss darüber, welche Materialien, Förderprogramme und Lehrmittel im Mathematikunterricht von Kindern mit IB eingesetzt werden, geben die Auswertungen von Item 2 und 3 (vgl. Kapitel 8.3.1; 8.3.2). Der Einsatz von Medien (PC, iPad u. a.) wird selten als wichtiger Aspekt genannt (4 NE) und nur vereinzelt wird auf die Schwierigkeit verwiesen, selber Material herstellen zu müssen oder über zu wenig Material zu verfügen. Als zugleich zentral und anspruchsvoll wird dagegen die „Methodenvielfalt/-variation"

(je 7 NE) genannt. Betont wird dabei die Wichtigkeit, vielseitig zu vermitteln, verschiedene Materialien zu verwenden und methodisch zu variieren, wie in diesem Antwortausschnitt beschrieben: *„Es braucht zahlreiche Wiederholungen und Variationen des gleichen Themas“* (PB_86_d_On_I). Darin besteht aber auch die Krux, wie diese Antwort zeigt: *„Ideen zu haben, um nach längerer Zeit des Übens noch etwas neue Zugänge* [sic!] *herauszufinden“* (36_d_On_A). Ebenfalls hinsichtlich des Themas Methodenvielfalt und -variation bezeichnen fünf Fachpersonen das „Lernen auf verschiedenen Ebenen/E-I-S[14]-Modell“ als wichtig, während dies selten als anspruchsvoll eingeschätzt wird.

Individualisierender und differenzierender Umgang mit Heterogenität
Ein weiteres zentrales Element der mathematischen Förderung bildet nach Angaben der SHP der „Umgang mit Heterogenität“ (36 NE), der Formen der „Individualisierung und Differenzierung“ (23 NE) beinhaltet sowie ein „adaptives Vorgehen“ (18 NE), das sich den Voraussetzungen des Kindes anpasst und dadurch Unter- oder Überforderung vermeidet. Im integrativen Kontext wird teilweise auch die Anpassung an Themen der Regelklasse als wichtig erachtet. Individualisierendes, differenzierendes und adaptives Unterrichten wird insgesamt am häufigsten als grösste Herausforderung genannt (34 NE), wobei der „Umgang mit Heterogenität“ im Allgemeinen von deutlich weniger Befragten als herausfordernd angegeben wird (14 NE). Wie bereits beschrieben, arbeitet rund die Hälfte aller Befragten (68 von insgesamt 135 Personen) in integrativen Settings. Entsprechend der Schulform setzen integrativ tätige Fachpersonen, im Unterschied zu ihren Berufskolleginnen und -kollegen an Sonderschulen, vermehrt Schwerpunkte gemäss der integrativen Grundhaltung (9 NE). Damit verbunden sehen sich Schulische Heilpädagoginnen und Heilpädagogen an Regelschulen auch häufiger mit „integrationsspezifischen Herausforderungen“ (11 NE) im Umgang mit Heterogenität konfrontiert als ihre separativ tätigen Berufskolleginnen und -kollegen. Als schwierig werden vor allem professionelle Aufgaben erachtet, die aus dem Spannungsfeld Klassenstoff und individueller Lernstand des Kindes mit IB hervorgehen, so z. B. die Orientierung an den Inhalten der Regelklasse oder die Adaptation der Inhalte: *„Die grösste Herausforderung ist es für mich, eine Mischform zu finden zwischen dem, was dem Entwicklungsstand des Kindes entspricht, aber auch dem Kind Rüstzeug mitzugeben, in der Klasse möglichst profitieren zu können“* (24_d_On_A). Auch die Arbeit am gleichen Lerngegenstand wird als herausfordernd erlebt: *„Die grösste Herausforderung finde ich, dem Kind Aufgaben zu geben, die ‚verwandt‘ sind mit den Aufgaben der Regelklassenschüler, wenn das Kind alleine (ohne SHP) in der Klasse arbeiten muss. Die Schere geht immer*

[14] Bezieht sich auf das sogenannte E-I-S-Modell von Bruner (1974) (vgl. Kapitel 4.4.4).

mehr auf" (51_d_PB_I).
Ebenfalls in Anlehnung an den integrativen Kontext wird das Thema „Partizipation/Teilhabe/gemeinsames Lernen" als relevant (9 NE) respektive schwierig (7 NE) bezeichnet: *„Da ich im Rahmen der Integration arbeite, ist eine Teilnahme am Regelklassenunterricht das Ziel. (Anpassen u. Vereinfachen der schriftlichen Aufgaben)"* (94_d_PB_I). *„Der Wunsch nach Teilhabe am Geschehen, Unterricht in der Klasse, deren Machbarkeit und gleichzeitig individuelle Förderung"* (94_d_PB_I). Als bedeutungsvoll (7 NE) und zugleich anspruchsvoll (7 NE) wird das Thema „Ressourcen" angesprochen, wobei damit zeitliche, materielle oder personale Faktoren gemeint sind. Vermehrt wird dabei die wichtige Rolle von Zeit und Ruhe betont – z. B. hinsichtlich der Planung von Einzelförderung im integrativen Rahmen. Von den befragten Fachpersonen wird es dabei als herausfordernd erlebt, hinsichtlich bestimmter Komponenten nicht über genügend Ressourcen zu verfügen und damit verbunden dem Anspruch, den individuellen Bedürfnissen des Kindes adäquat zu begegnen, nicht gerecht werden zu können.
Des Weiteren verweisen einzelne Aussagen darauf, dass die Berücksichtigung der Heterogenität innerhalb der Personengruppe mit intellektueller Beeinträchtigung sowohl „wichtig" als auch „herausfordernd" ist, wie folgender Antwortausschnitt zeigt: *„Mathematische Förderung bei geistiger Behinderung ist ein extrem weites Feld, das vom Tischdecken für alle Teilnehmenden bis hin zum Zahlenrechen alles beinhalten kann"* (24_d_On_A).

Betonung professioneller Kompetenzen der sonderpädagogischen Lehrperson
Die interaktive Vermittlungsstruktur wird geprägt von der Lehrperson bzw. der sonderpädagogischen Fachperson. Einige Antworten der SHP auf die Frage, was ihnen bei der Förderung von Kindern mit IB wichtig sei, lassen sich der „diagnostischen Kompetenz" (16 NE) zuordnen, welche die treffende Beurteilung des Entwicklungsstandes des einzelnen Kindes beinhaltet, z. B. anhand der Ermittlung des Lernstandes: *„Dass das Lernniveau des Kindes und die mathematischen Vorkenntnisse möglichst genau erfasst werden"* (90_d_PB_I). Ein Grossteil der Aussagen bezieht sich neben der Erfassung des Lernstandes auch auf die Berücksichtigung der ermittelten Lernvoraussetzungen für die Unterrichts- bzw. Förderplanung, wie folgende Aussage zeigt: *„Gute Erfassung im Vorfeld, um das Lernniveau des Kindes zu kennen und dort mit der Förderung anzusetzen*" (19_d_On_A). Einzelne Studierende in Schulischer Heilpädagogik betonen hierbei die Rolle des eigenen Professionswissens: *„Vorerst selber die mathematischen Konzepte kennen, um zu wissen, wo der Schüler steht"* (12_f_PB_A). Ungeachtet des jeweiligen Ausbildungshintergrundes wird dabei vorwiegend eine Förderung, die dem Lernstand des Kindes entspricht, als „wichtig" genannt (z. B. 48_d_PB_I). Zu erkennen, wo das Kind fachlich und/oder aus entwicklungspsy-

chologischer Sicht steht, stellt für viele Fachpersonen jedoch auch eine Herausforderung dar (30 NE): *„Beobachten können und ihre Fähigkeiten kennen* […] *sie evaluieren und sie so am besten vorwärts kommen lassen"* (133_f_PB_A). Oder auch: *„Jedes Kind wirklich so genau erfassen können, wo es steht, was wirklich gesichert ist"* (105_d_PB_S). Das Aufzeigen von Lernfortschritten zugunsten einer adäquaten Förderung scheint dabei ebenfalls schwierig zu sein: *„Dass ich immer wieder das Lernniveau erfasse und nicht unter-, auch nicht überfordere"* (90_d_PB_I). Zuweilen kommen auch hohe Anforderungen, welche die SHP an sich selbst stellen, zum Ausdruck: *„Für jedes Kind ein eigenes, ihm angepasstes Programm zusammenzustellen, um es dort abholen zu können, wo es steht, und dass es für das Kind ansprechend und spannend ist"* (85_d_On_I). Damit verbunden werden teilweise auch Herausforderungen genannt, die in Verbindung mit der Erfassung besonderer Lernvoraussetzungen (vgl. Kapitel 8.2.3) stehen: *„Nicht genau zu wissen, was das Kind versteht (je nach Behinderung), u. a. nicht auf die gesprochene Sprache"* (76_d_PB_S).

Deutlich seltener als diagnostische Komponenten werden Elemente der pädagogischen bzw. überfachlichen Kompetenz (5 NE; z. B. Präsenz zeigen, Geduld haben, sich Zeit nehmen) und der fachdidaktischen Kompetenz (7 NE; z. B. Konzepte/Materialien auswählen, mit Schülerinnen- und Schülerfragen umgehen, Unterricht planen) als wichtig benannt. Dahingegen werden durchaus Schwierigkeiten in beiden Kompetenzbereichen beschrieben. Ein Grossteil der „fachdidaktischen Herausforderungen" (33 NE) besteht in der „Auswahl von passenden Aktivitäten/Materialien" (26 NE), wie nachfolgend deutlich wird: *„Das Schwierigste ist, sich nicht zu sehr vom (eigentlichen) Sinn und der Mathematik im Alltag zu entfernen. Dass man nicht nur Arbeitsblätter macht und nicht nur mit Material zum Handeln arbeitet"* (02_f_PB_A). Oder auch: *„Passendes Material finden. Die Kompetenzen der Schüler erheben und Schwierigkeiten identifizieren. Anpassen der Übungen, die in den Lehrmitteln angeboten werden"* (15_f_PB_A). Teilweise werden konkrete Schwierigkeiten in Bezug auf Lernende mit besonderem Bildungsbedarf genannt, wie beispielsweise die Herausforderung, *„für schwache Kinder altersentsprechendes Material zu finden"* (64_d_On_S).

Die benannten „pädagogischen Herausforderungen" (15 NE) weisen dagegen eine grosse inhaltliche Vielfalt auf und umfassen Aspekte der konstruktiven Unterstützung (z. B. Akzeptanz der Lernvoraussetzungen, Geduld hinsichtlich der Lernentwicklung), der effektiven Klassenführung (Umgang mit Verhaltensauffälligkeiten wie Verweigerung u. a.) sowie der Unterrichtsplanung (z. B. Frage nach Weiterarbeit trotz Verständnisschwierigkeiten). Vereinzelt wird auch die emotionale Seite des „Beeinträchtigtseins" als Herausforderung in integrativen Schulformen angegeben (z. B. Umgang mit Schamgefühlen, Anderssein).

Notwendigkeit der Wissenskonsolidierung

Nach dem lebensweltlichen Bezug, dem Einsatz von Arbeitsmitteln und Veranschaulichungen und dem handelnden Lernen, steht die „Förderung der Informationsverarbeitung“ (42 NE) hinsichtlich wichtiger Elemente der mathematischen Förderung an vierter Stelle der Nennungen. Diese umfasst didaktische Vorgehensweisen wie die „Festigung, Wiederholung, Konsolidierung und Sicherung des Gelernten“ (17 NE), Elemente des „kognitiv aktivierenden Lernens“ (14 NE), „Klarheit und Strukturiertheit“ (11 NE), das „Vermitteln von Strategien“ (10 NE) sowie weitere „Instruktionsprinzipien“ (6 NE) im Sinne von Erklärungen und anderen Unterstützungsformen. In Verbindung zu den besonderen Lernvoraussetzungen von Kindern mit IB werden dabei das „Festigen und Wiederholen“ (9 NE), das „nachhaltige Verankern des Lernstoffs“ (6 NE) sowie die Einhaltung der Gütekriterien „Klarheit und Strukturiertheit“ (7 NE) als anspruchsvoll erachtet. Vereinzelt werden Schwierigkeiten benannt, die das Vorgehen nach dem Spiralprinzip[15], das Vermitteln von Strategien, das Anregen von Denkprozessen oder andere lernfördernde bzw. didaktische Vorgehensweisen betreffen.

8.2.2 Wichtige und herausfordernde Elemente auf Sachebene

Vorläuferfertigkeiten: Zählen, Zahl- und Mengenbegriff

Die Nennungen zu mathematischen Curricula wurden der Übersicht halber in wichtige Elemente der beiden Bereiche „Vorläuferfertigkeiten“ (82 NE) und „mathematische Kompetenzen“ (88 NE) unterteilt. Als wichtige Lernvoraussetzungen werden besonders die Bereiche „Zählen“ (15 NE), „Zahlbegriff und Zahlaspekte“ (15 NE) sowie die „Anzahl- und Mengenerfassung“ (19 NE) genannt. Die Befragten erwähnen dabei verschiedene Zählübungen und -formen (in Schritten zählen, Objekte zählen u. a.) und/oder verweisen auf wichtige Komponenten der Zählentwicklung (z. B. Eins-zu-eins-Zuordnung und flexibles Zählen). Die meisten Nennungen zum Bereich „Zahlbegriff und Zahlaspekte“ betonen die Wichtigkeit der Seriation (6 NE) und Klassifikation (5 NE). Wie bereits erwähnt, wird auch der Umgang mit Mengen (19 NE) als „wichtig“ genannt, wobei sich ein Grossteil der Nennungen auf die Mengenerfassung und Festigung des Mengenbegriffs bezieht: *„Mir ist wichtig, dass sich die Kinder etwas unter den Zahlen vorstellen können und ein Mengenverständnis entwickeln“* (109_d_PB_S). Nur wenige Befragte erachten dagegen „Mengen- und Grössenvergleiche“ (4 NE) als relevant, wie der folgende Ausschnitt zeigt: *„- die Mengenvorstellung zu haben: im Minimum wenig/viel, dann wissen, wie man eine Anzahl mit ihrer Menge verbindet, das was auch das Zählen können beinhaltet“* (57_f_PB_I).

[15] Das Spiralprinzip geht auf Bruner (1974) zurück und beinhaltet – dem Begriff entsprechend – die spiralförmige Aufbereitung des Curriculums.

Herausforderungen hinsichtlich der Vorläuferfertigkeiten sehen die Befragten vor allem im Bereich „Anzahl- und Mengenerfassung" (7 NE), beispielsweise weil diese von Schülerinnen und Schülern mit IB vorgenommen werden, indem sie *„immer abzählen"* (81_d_On_I) und die Mengenerfassung nicht auf einen Blick, d. h. simultan oder quasisimultan erfolgen kann. *„Vom Abzählen wegkommen"* (50_d_PB_I) wird dagegen nur von wenigen Befragten (3 NE) als „herausfordernd" beschrieben. Als herausfordernd wird dafür genannt, dass die Aneignung erschwert ist, es an Verständnis mangelt oder bestimmte Voraussetzungen nicht gegeben sind, um die Vorläuferfertigkeiten (6 NE) sowie den Zahlbegriff/die Zahlaspekte (7 NE) zu erarbeiten. Weitere Informationen zu Nennungen hinsichtlich der subjektiven Aneignungsebene von Schülerinnen und Schülern mit IB werden in Kapitel 8.2.3 dargelegt.

Pränumerischer Ansatz und Entwicklungsbereich der Wahrnehmung

Neben den Nennungen, die mathematische Fertigkeiten und Inhalte als bedeutsam und/oder herausfordernd im Kontext des Mathematikunterrichts von Kindern mit IB beschreiben, werden auch Vorgehensweisen genannt, die andere Entwicklungsbereiche betonen. So bezieht sich ein Teil der Äusserungen auf den pränumerischen Ansatz (vgl. Kapitel 4.2.1; 4.4.2), der die Bearbeitung pränumerischer Inhalte wie Klassifikation, Ordnungsrelation und Zahl- bzw. Mengenerhaltung als wichtige Voraussetzung für das Rechnenlernen erachtet. Dieser Ansatz beinhaltet die Erarbeitung der Pränumerik *vor* dem Heranführen an mathematische Operationen und begünstigt ein kleinschrittiges Vorgehen. Dennoch wird eine solche „abwartende Haltung" (vgl. Dehaene, 1999, S. 56) von einigen Befragten (7 NE) als wichtig eingeschätzt, wie diese Beispiele zeigen: *„- Basale Förderung → dann Einführung der Zahlen"* (47_d_PB_I). Oder: *„Pränumerisches Eröffnen des Zahlenraums"* (50_d_PB_I). Damit verbunden wird teilweise auf die Wahrnehmung als wichtige *„Basisqualifikation"* (vgl. 49_d_PB_I) verwiesen. So nimmt der Entwicklungsbereich der „räumlichen Wahrnehmung" (11 NE) für einen Teil der Befragten einen bedeutenden Platz in der mathematischen Förderung ein: *„Für mich ist wichtig, dass sie räumliche Erfahrungen machen. Sich im Raum orientieren können"* (63_d_On_S). Hervorgehoben wurden unter anderem auch *„Kenntnisse von Raum/Zeit"* (01_f_PB_A) sowie die *„Förderung der Wahrnehmung"* (49_d_PB_I) im Allgemeinen. Vereinzelt wurden in Verbindung zur Betonung der Raumwahrnehmung auch Begriffe wie „Lateralität", „Körperschema" oder „Formenbewusstsein" genannt, wobei das Zurechtfinden im Raum bzw. die Raumwahrnehmung von den Befragten kaum als Herausforderung hinsichtlich der Mathematikförderung wahrgenommen wird. Einzelne Hinweise zu nicht mathematischen Themenbereichen gingen auch zur „Sprache" oder zur „Motorik" ein, wobei diese einen engen Bezug zu den besonderen Lernvoraussetzungen von Kindern mit IB aufweisen und beispielsweise Herausforderungen beinhalten, die sich verbunden mit sprachlichen oder motorischen Einschränkungen stellen.

Mathematische Curricula

Die Mehrheit der Nennungen zu mathematischen Curricula bezieht sich auf spezifische Inhalte und/oder Lernziele. Nur wenige Äusserungen beziehen sich, ohne näher auf bestimmte Themenbereiche einzugehen, auf den „Erwerb mathematischer Kompetenzen" im Allgemeinen und geben diesen als „wichtig" (5 NE) oder „herausfordernd" (6 NE) an.

Verbunden mit der Gewichtung des Alltagsbezugs wird der „Umgang mit Grössen/Sachrechnen" (19 NE) häufiger als wichtig bezeichnet als die „Erarbeitung des Zahlenraums" (5 NE) oder vereinzelt genannte Bereiche wie das Stellenwertsystem oder mathematische Begriffe. Als wichtig erachtet werden dabei besonders lebenspraktische Themen wie „Geld" (13 NE) oder „Zeit" (11 NE): *„Lebenspraktische mathematische Themenbereiche erfahrbar machen (beim Kochen, Werken, Themen wie Geld/Uhrzeit etc.). Strategien antrainieren, wie man im Alltag sicher rechnen kann"* (101_d_PB_S). Die Aneignung und Anwendung von Kompetenzen im Bereich Grössen/Sachrechnen wird von den Befragten aber auch als anspruchsvoll erlebt (6 NE), wobei sich die meisten Äusserungen auf den Themenbereich Geld beziehen und seltener der Umgang mit der Zeit als schwierig angegeben wird.

Vereinzelt geäusserte Schwierigkeiten beziehen sich auf die Erarbeitung des Zahlenraums und des Stellenwertsystems sowie auf die vier Grundrechenarten. Letztere werden von einigen Befragten als wichtig erachtet, wie die Nennungen zum Bereich „Arithmetik" (16 NE) zeigen. Unter diesem Begriff wurden Äusserungen zusammengefasst, die das Rechnen mit Zahlen und/oder die Grundoperationen als bedeutsam angeben, wie z. B. folgender Antwortausschnitt: *„Die Grundoperationen +, -, x, : möchte ich dem Kind beibringen"* (51_d_PB_I).

Verbunden mit der Gewichtung mathematischer Inhalte wird von den Befragten teilweise auf die Bedeutung des Verständnisses aufmerksam gemacht. So wird beispielsweise angestrebt, dass die Kinder eine Vorstellung davon entwickeln, was einfache Operationen bedeuten – z. B. „dazutun" im Sinne der Addition oder „wegnehmen" entsprechend der Subtraktion (vgl. 92_d_PB_I oder 93_d_PB_I). Weitere Ergebnisse zum Aufbau von Verständnis werden im folgenden Kapitel 8.2.3 in Verbindung zur Aneignungsebene aufgezeigt.

8.2.3 Wichtige und herausfordernde Elemente auf Aneignungsebene

Aufbau von Verständnis und Vorstellung

Ein Teil der Befragten gab an, dass ihnen bei der mathematischen Förderung von Kindern mit IB der „Aufbau von Verständnis/einer Vorstellung" (32 NE) wichtig sei. Viele thematisieren aber zugleich die damit verbundenen Herausforderungen und nennen häufig den handelnden Zugang als „Lösungsansatz", um das Verständnis und die Vorstellung mathematischer Inhalte, wie z. B. der Grundoperati-

onen, zu begünstigen: *„Nicht nur mechanisch rechnen lernen, sondern handelnd, damit es versteht, was es rechnet“* (51_d_PB_I). Oder auch: *„Verschiedene Materialien einsetzen, um Inhalte konkret zu vermitteln, weil Entwicklung von innerem Bild/Vorstellung für diese Schüler oft schwierig ist*“ (07_f_PB_A). Oder weiter: *„Für mich ist es wichtig, dass die Kinder konkretes Material haben, um sich dem Verständnis anzunähern, dass sie handeln, experimentieren können“* (52_f_PB_I).
Es wird deutlich, dass der handelnde Zugang bzw. das Lernen mit „Arbeitsmitteln und Veranschaulichungen“ (50 NE; vgl. Kapitel 8.2.1) deshalb so häufig als zentral erachtet wird, da sich das sonderpädagogische Fachpersonal dadurch mehr Verständnis sowie die Grundlage für den Aufbau eines „inneren Bildes“ verspricht: *„Eine Vorstellungshilfe für die Aneignung von allen abstrakten Begriffen/Material, das es ermöglicht alle Sinne einzusetzen/zu integrieren und um abstrakte Konzepte zu verinnerlichen“* (59_f_PB_I).
Der Verständnisaufbau scheint aber auch problembelastet und so wird dieses Thema nicht nur als „wichtig“ genannt, sondern auch in rund halb so vielen Aussagen als Herausforderung (15 NE) bezeichnet, die darin besteht, dass Schülerinnen und Schüler mit IB Mathematik nachvollziehen, verstehen und sich vorstellen können: *„Echtes Verständnis fördern und nicht nur das Vorgehen nach System x“* (108_d_PB_S). *„Begreifen nicht auswendig lernen“* (118_d_PB_S). Wie es in den vorangegangenen Beispielen zum Ausdruck kommt, wird dabei das „echte“ Verständnis dem „rezepthaften“ Lernen oder der „verständnislosen“ Automatisierung vorgezogen, wobei damit die Bedeutung der Wissenskonsolidierung für den Lernprozess im Allgemeinen nicht infrage gestellt wird. Es wird aber nicht nur die Bedeutung des Verständnisaufbaus betont, sondern auch die „Anwendung des Gelernten“ (10 NE). Dieser Übertrag scheint gleichzeitig aber auch herausfordernd (8 NE) zu sein: *„Dass sie den Transfer in die Praxis machen können und die Aufgaben anwenden können“* (124_d_PB_S).

Wissenserwerb und kognitive Voraussetzungen

Nach Angaben der Befragten ist die „Aneignung von Kenntnissen/Wissen“ einerseits wichtig (10 NE), aber auch herausfordernd (7 NE). So sind aus Sicht des sonderpädagogischen Fachpersonals Fähigkeiten wie das „abstrakte Denken/Problemlösen“ (7 NE) durchaus wichtig, werden aber auch als herausfordernd empfunden (18 NE): *„Mathematik ist schnell abstrakt und setzt oft vernünftiges Schlussfolgern voraus“* (22_d_On_A). Damit verbunden beschreiben die befragten sonderpädagogischen Fachpersonen, dass es schwierig sei, *„vom Konkreten zum Abstrakten“* (54_f_PN_I) zu gehen: *„das Aufschreiben/Notieren/Protokollieren von konkreten Material/Handlungen in die symbolische Ebene“* (76_d_PB_S).

Auch Einschränkungen im Bereich der „Merkfähigkeit“ (8 NE) werden als Herausforderung genannt. Den befragten Sonderpädagoginnen und Sonderpädagogen ist es des Weiteren wichtig, Inhalte zu vermitteln, die „subjektiv bedeutsam“ (6 NE) sind, auch wenn die Umsetzung aus professioneller Sicht nicht einfach bzw. herausfordernd zu sein scheint (9 NE). Als fast gleichermassen zentral (10 NE) und herausfordernd (8 NE) werden „längerfristige Ziele“ genannt (vgl. Kapitel 8.2.1) wie z.B. die Selbstständigkeit im Erwachsenenalter oder eine gesicherte berufliche Zukunft. Letztlich wird dabei als wichtig erachtet, dass die Schülerinnen und Schüler *„im Alltag mathematische Problemstellungen selbstständig lösen können“* (84_d_PB_I). Dass die Erreichung solcher oder ähnlicher Zielsetzungen angesichts der besonderen Lernvoraussetzungen nicht einfach ist, wird in dieser Antwort deutlich: *„Diskrepanz kognitiver Entwicklungsstand ←→ lebenspraktische Selbstständigkeit erlangen – Wie können Kinder und Jugendliche ihren Alltag trotzdem bewältigen und zu grösstmöglicher Autonomie gelangen?“* (74_d_PB_S). Diese Frage verdeutlicht, was auch andere Befragte als Schwierigkeit angeben: den professionellen Umgang mit dem Spannungsfeld zwischen den individuellen Lernvoraussetzungen einerseits und der Organisation eines Mathematikunterrichts *„mit Blick darauf, was für die Zukunft wichtig ist“* (108_d_PB_S) andererseits.

8.3 Einsatz von Lehr- und Unterrichtsmaterialien

8.3.1 Zum Einsatz von Lehrmitteln im Mathematikunterricht für Kinder mit intellektueller Beeinträchtigung

Um die von den SHP zur mathematischen Förderung von Kindern mit IB genutzten Lehrmittel zu erfassen, wurde folgende Frage vorgelegt:
„Welche Lehrmittel setzen Sie regelmässig zur mathematischen Förderung von Kindern mit einer geistigen Behinderung ein?“
Insgesamt konnten pro Person sechs Lehrmittel genannt werden, wobei 127 von 135 befragten SHP die Frage bearbeiteten. Die übrigen acht Befragten liessen die Frage entweder unbeantwortet (N = 6) oder gaben an, keine Lehrmittel zu verwenden (N = 2). Insgesamt wurden somit 416 Nennungen von 127 Befragten geordnet, wobei gleiche Nennungen zu Sammelkategorien zusammengefasst wurden. In der nachfolgenden Abbildung 39 sind in einer ersten Übersicht lediglich diejenigen Kategorien abgebildet, zu denen jeweils mindestens zehn Lehrmittel (LM) genannt wurden. Die dargestellten Sammelkategorien zeigen, dass viele der SHP angeben, für die mathematische Förderung von Kindern mit IB, Lehrmittel für den Regelunterricht mit aktiv-entdeckendem Ansatz zu verwenden. Seltener

werden Lehrmittel mit „traditionellen“ Ansätzen aus der Pädagogik für Kinder mit IB oder eigene bzw. selber hergestellte Materialien eingesetzt. Im Anschluss werden die in Abbildung 39 dargestellten Kategorien sowie übrige Nennungen beschrieben.

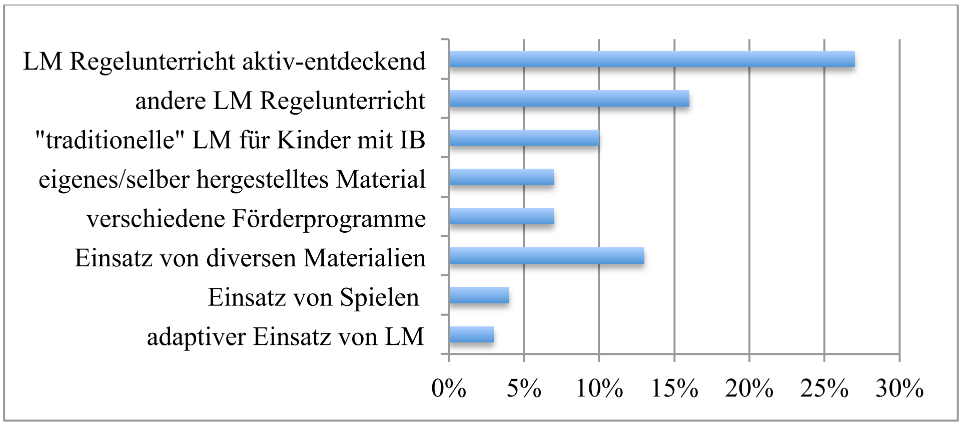

Abbildung 39: Anzahl Nennungen pro Sammelkategorie (≥ 10 NE) in Prozent

Lehrmittel mit aktiv-entdeckendem Ansatz

Die Abbildung 39 zeigt, dass sich über ein Viertel der Nennungen auf Lehrmittel für den Regelunterricht mit aktiv-entdeckendem Ansatz, sowohl für die Schuleingangsphase als auch für die Primarstufe, bezieht. 49 von insgesamt 114 Nennungen beinhalten dabei den Einsatz des *Schweizer Zahlenbuchs* (Wittmann & Müller, 2008a), gefolgt vom dazugehörigen *Heilpädagogischen Kommentar* (Schmassmann & Moser Opitz, 2007) (16 NE) sowie dem Zürcher Lehrmittel *Mathematik Primar* (Keller et al., 2010) (17 NE). Vereinzelt werden auch Materialien des Projekts „Mathe 2000“ (Müller et al., 1997), wie die Blitzrechen-Kartei, der Förderkurs oder die Denkschule, für die Förderung von Kindern mit IB verwendet. Seltener werden Förderkonzepte aus der Mathematikdidaktik, wie z. B. das *Handbuch für den Mathematikunterricht an Grundschulen* (Schipper, 2009), genutzt. Zum Einsatz kommen zudem auch Lehrmittel für die Schuleingangsphase mit aktiv-entdeckendem Konzept, wie z.B. die Zahlenbücher zur Vorschule (19 NE), wobei das *Kleine Zahlenbuch* (Müller & Wittmann, 2006) (11 NE) am häufigsten genannt wurde, gefolgt vom Lehrmittel für den Mathematikunterricht in der Grundstufe, *Kinder begegnen Mathematik* (Keller et al., 2005) (10 NE).

Andere Lehrmittel

Ferner wurden folgende Lehrmittel für den Regelunterricht genannt (66 NE), die jedoch keinen explizit aktiv-entdeckenden Ansatz verfolgen. Häufig wird *Einstern* (Bauer & Maurach, 2014) (21 NE) eingesetzt. Seltener wurde das Lehrmittel *Logisch* (Anderegg et al., 2009) (7 NE) genannt, wobei sich übrige Nennungen auf den Einsatz diverser Lehrmittel beziehen. Andere Einzelnennungen betreffen Ma-

terialien für die Vorschulstufe, so z. B. das Programm *Mathe-Kings* von Hoenisch und Niggemeyer (2007), das auf der Zahlbegriffstheorie von Piaget (vgl. Kapitel 4.2.1) basiert.
In der Romandie wird ebenfalls häufig ein offizielles Lehrmittel genannt *Corome* (Ging et al., 2008) (9 NE) eingesetzt, wobei „Lehrmittel aus Frankreich" (9 NE) genauso häufig genannt werden. Einzelne Nennungen beziehen sich auf das für die Westschweiz entwickelte Unterrichtsheft *Programme Math d'Harmos* (Knébel & Dalla Riva, 2014).

„Traditionelle" Lehrmittel für Kinder mit IB
Einige der Befragten verwenden scheinbar auch „herkömmliche Lehrmittel" (41 NE), denen ein kleinschrittiges Konzept zugrunde liegt, für die mathematische Förderung von Schülerinnen und Schülern mit IB. Nicht ganz ein Drittel der Nennungen (14 NE) bezieht sich dabei auf Lehrmittel des Heilpädagogischen Lehrmittelverlags (HLV) aus der Schweiz wie etwa auf das Übungsprogramm *Im Zahlenraum bis 10* (Bohnenblust, 1994). Ebenfalls Verwendung finden mit je vier Nennungen die Lehrmittel *Mathematik entdecken und verstehen* (Kutzer, 1998), *Komm mit – rechne mit* (Hofmann, Petersen, Schuberth, Bettner & Dinges, 2009) sowie verschiedene Themenhefte aus dem Persen-Verlag (Serie Bergedorfer Unterrichtsideen, z. B. *Ziffern und Mengen im Zahlenraum bis 10* (Fürstner, 2013)). Je drei Nennungen beziehen sich auf das Fachbuch *Mathematik an der Schule für Geistigbehinderte* von de Vries (2006, 2014) und die *Ordner für Klein- und Sonderklassen* (z. B. Bezzola, 2005).

Förderprogramme
Von den insgesamt 29 eingegangenen Nennungen zum Einsatz von Förderprogrammen bezieht sich ein grosser Teil auf den Ansatz von Montessori (2012) (13 NE) und übrige Nennungen auf Förderprogramme wie „Yes we can" (Verein Hand in Hand, 2011) (8 NE), das Besta-Rechenkonzept (Staub-Verhees, 2010) (4 NE) sowie vereinzelt auf Materialien von Henriques-Christofidès für die Westschweiz: *Jouer et comprendre* (1997) und *L'Arithmétique apprivoisée* (2003), die sich an das Zahlbegriffskonzept von Piaget (vgl. Kapitel 4.2.1) anlehnen.

Einsatz verschiedener Materialien
Die befragten SHP verwenden für die Förderung zudem eine Vielzahl ganz unterschiedlicher Materialien (54 NE): von Naturmaterialien wie Linsen und anderen Anschauungs- und Zählmaterialien über diverse Messmaterialien (z. B. Messbecher, Uhr, Meterstab, Waage) bis hin zu Arbeitsmitteln aus der Mathematikdidaktik (vgl. Kapitel 4.4.4). Zu Letzteren zählen beispielsweise die Dienes-Materialien (6 NE), der Abaco (4 NE), die Cuisenaire-Stäbe (4 NE) sowie vereinzelt genannte

Arbeitsmittel und Veranschaulichungen (Hunderterfeld und -tafel, Rechenschiffchen, Zahlenstrahl, Hunderterkette usw.). In Verbindung zum Materialeinsatz betonen einige Befragte (29 NE), dass sie eigenes Material bzw. selber hergestelltes Material für den Mathematikunterricht von Kindern mit IB einsetzten. Des Weiteren scheint auch der „Einsatz von Spielen“ (18 NE) zum mathematischen Lehren und Lernen verbreitet.
Die eingesetzten Lehrmittel und Hilfsmaterialien werden dabei oft auf die individuellen Lernvoraussetzungen des Kindes abgestimmt bzw. daran „angepasst/adaptiert“ (14 NE).

Übrige Nennungen
Wenige Nennungen beziehen sich auf die Verwendung verschiedener Medien, d. h. vor allem von Software- oder Internet-Programmen (9 NE). Ein Teil der Fachpersonen (9 NE) – mit einer Ausnahme ausschliesslich aus der Romandie – betont zudem die Berücksichtigung unterschiedlicher Lehrpläne für die Förderung: den „Plan d'études romand“ (PER) (Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin, 2010) sowie die Anpassung für Kinder mit einer intellektuellen oder mehrfachen Beeinträchtigung (der sogenannte PER-EDISP; angepasst von Anne Rodi). Eine SHP aus der Deutschschweiz verweist hier auf den Einsatz des bayerischen Lehrplans für den Förderschwerpunkt Geistige Entwicklung (auch bekannt als „Münchner Lehrplan für den Unterricht in der Schule mit geistig Behinderten“; vgl. Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung, 2003). Des Weiteren werden diverse „Arbeitsblätter“ (9 NE) eingesetzt, die beispielsweise aus dem Internet oder den Ausbildungsunterlagen zusammengestellt wurden. Seltener werden Materialien zur Übung der „Ziffernschreibweise“ (4 NE) erwähnt.

8.3.2 Bekanntheit und Einsatz von Förderprogrammen/Materialien

Hier wurde mittels einer Likert-Skala erhoben, welche der vorgegebenen Förderprogramme/Materialien den befragten Fachpersonen (N = 135) bekannt sind und ob sie diese einsetzen. Auch stand ein offenes Format zur Verfügung, das die Ergänzung anderer Förderprogramme und Materialien ermöglichte. Entsprechend der Sprachregion wurden dabei unterschiedliche Auswahlmöglichkeiten angeboten, zumal nicht alle Förderprogramme in beiden Sprachen vorliegen und deshalb davon auszugehen ist, dass bestimmte Programme in jeweils nur einem Sprachraum bekannt sind.
In der nachfolgenden Abbildung 40 sind nur jene Förderprogramme/Materialien aufgeführt, die in beiden Sprachregionen erfragt wurden. Es zeigt sich, dass die Mathematikmaterialien von Maria Montessori (2012) bzw. die Montessori-

Materialien bei den SHP am bekanntesten sind (40.6%; N = 54), sowohl in der Deutschschweiz als auch in der Romandie. Die Materialien von Montessori werden auch mit Abstand am häufigsten eingesetzt (49.6%; N = 66) und sind nur 13 Befragten bzw. 9.8% nicht bekannt. Zusammengefasst kennen somit rund 90% der befragten SHP die Montessori-Materialien (vgl. Kapitel 4.4.4, S. 122). An zweiter Stelle hinsichtlich des Bekanntheitsgrades steht das „Yes we can"-Konzept des Vereins Hand in Hand (2011): Dieses kennen 30 der befragten SHP (22.2%), und 18 der befragten Fachpersonen (13.3%) verwenden es für den Mathematikunterricht. Das „Yes we can"-Konzept ist dennoch nicht sehr bekannt; immerhin 85 der Befragten bzw. 63% geben an, es nicht zu kennen. Noch weniger bekannt sind die Programme TouchMath (Bullock, 2002) und Numicon (Atkinson, 2006): TouchMath kennen nur 13 Personen bzw. 9.6%, wobei es lediglich eine Person einsetzt. Numicon kennen gerade noch acht SHP (5.9%) und zwei setzen es ein.

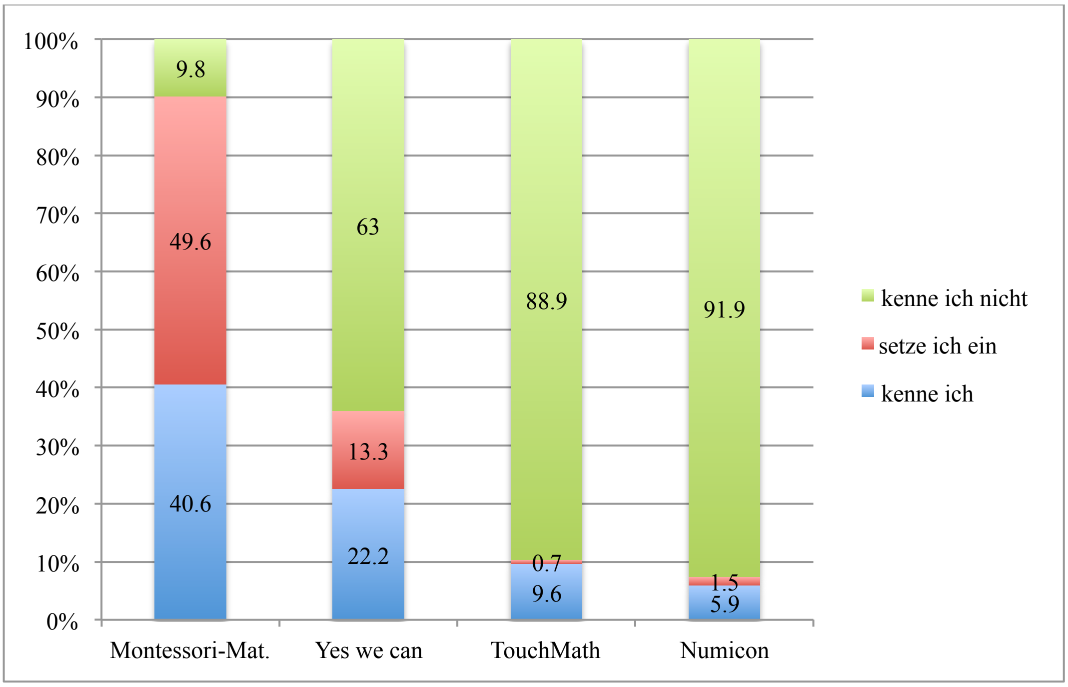

Abbildung 40: Bekanntheitsgrad der Förderprogramme in beiden Sprachregionen
Anmerkung: N = 135

Rund ein Drittel der deutschsprachigen SHP (N = 102) kennt das Besta-Rechenkonzept (Staub-Verhees, 2010), 17 der Befragten setzen es im Unterricht ein, während 49 Befragte angeben, es nicht zu kennen (vgl. Tabelle 21). Die Kieler Zahlenbilder werden nach Angabe der Befragten nicht im Mathematikunterricht eingesetzt, sind aber dennoch einigen Befragten bekannt (N = 16).
Rund je 30 von insgesamt 33 Befragten aus der Westschweiz geben an, die Konzepte TouchMath (Bullock, 2002), Numicon (Atkinson, 2006) und „Yes we can" (Verein Hand in Hand, 2011) nicht zu kennen. Die genannten Konzepte werden

von französischsprachigen SHP auch nicht für die mathematische Förderung eingesetzt. Bekannter sind dagegen die Montessori-Materialien (N = 16), die von sieben Befragten eingesetzt werden. Am häufigsten verwendet werden jedoch die ans Zahlbegriffskonzept von Piaget (vgl. Piaget & Szeminska, 1975) angelehnten, französischsprachigen Konzepte von Henriques-Christofidès *Jouer et comprendre* (ebd., 1997) (N = 15) und *L'Arithmétique apprivoisée* (ebd., 2003) (N = 11); auch sind diese einigen Personen (N = 11 respektive N = 13) bekannt.

Tabelle 21: Bekanntheitsgrad der erfragten Förderprogramme nach Sprachregion in Personenanzahl

Deutschschweiz (N = 102)						
	Montessori-Materialien	Yes we can	Touch-Math	Numicon	*Besta-Rechenkonzept*	*Kieler Zahlenbilder*
kenne ich	38	29	10	6	35	16
setze ich ein	59	18	1	2	17	0
kenne ich nicht	4	53	90	93	49	85
missing	1	2	1	1	1	1
Romandie (N = 33)						
	Montessori-Materialien	Yes we can	Touch-Math	Numicon	*Jouer et comprendre*	*L'Arithmétique apprivoisée*
kenne ich	16	1	3	2	11	13
setze ich ein	7	0	0	0	15	11
kenne ich nicht	9	32	30	31	7	9
missing	1	-	-	-	-	-

Anmerkung: Die kursiv genannten Förderprogramme wurden sprachregional erfragt, d. h. entweder nur in der Deutschschweiz (Besta-Rechenkonzept und Kieler Zahlenbilder) oder ausschliesslich in der Romandie (Jouer et comprendre und L'Arithmétique apprivoisée).

Ergänzende Antworten zu den Förderprogrammen und Materialien

Von den befragten 135 sonderpädagogischen Fachpersonen haben 64 Personen zusätzlich zu den in Tabelle 21 dargestellten Förderprogrammen/Materialien eigene Ergänzungen aufgeführt. Insgesamt konnten 161 Nennungen zugeordnet werden. Die befragten SHP setzen demnach vermehrt „kardinal strukturiertes Material" (35 NE) ein. Das Dienes-Material (15 NE) wird fast genauso häufig erwähnt wie der Abaco (14 NE). Seltener werden Zahlenfelder (6 NE) wie z. B. das 20er- oder 100er-Feld genannt. Die Verwendung von „unstrukturierten Materialien" wie Wendeplättchen, Glasperlen oder Naturmaterialien (11 NE) wird dabei häufiger genannt als der Einsatz von „ordinal strukturierten Materialien" (z. B. Zahlenband, 100er-Tafel, Rechenstrich). Vereinzelt werden die kardinal unstrukturierten Cuisenaire-Stäbchen, Würfel, Zählrahmen sowie Zahlen- und Mengenbilder genannt. Dagegen wird der Einsatz von „alltags- und lebensnahen Materialien" (10 NE), wie z. B. Geld, fast gleichermassen betont wie das Verwenden von „eigenem oder selbst hergestelltem Material" (13 NE). Einige der SHP geben auch an, Materialien entlang des Lehrmittels *Schweizer Zahlenbuch* (Wittmann &

Müller, 2008a) (9 NE) oder entlang „anderer Lehrmittel für den Regelunterricht" (7 NE) zu nutzen. Seltener wird der Einsatz von Materialien entlang herkömmlicher Lehrmittel für den Unterricht von Kindern mit IB genannt. Es scheinen dagegen eher „Lernprogramme und Spiele für den PC/das iPad" (15 NE) verwendet zu werden, wobei auch „diverse Spiele" (8 NE) wie z. B. Brett- und Würfelspiele zum Einsatz kommen. Daneben werden auch Förderansätze genannt, die (je nachdem) mittels entsprechender Materialien befolgt werden: der TEACCH[16]-Ansatz (vgl. Mesibov, Shea & Schopler, 2005) (3 NE), das Förderprogramm „Mengen, zählen, Zahlen" von Krajewski, Nieding und Schneider (Krajewski et al., 2010) (2 NE) oder der Förderansatz „Rechnen mit Legosteinen" (Stiehler, 2012) (2 NE). Vereinzelte Nennungen beziehen sich auf Arbeitspläne zum Zahlenbuch, Rituale oder den Kleinklassenlehrplan (z. B. Bezzola, 2005).

8.4 Vermittelte Entwicklungsmodelle in der Ausbildung in Schulischer Heilpädagogik

Zur Erfassung der Vermittlungsweise von Modellen der mathematischen Entwicklung wurde ebenfalls (vgl. Förderprogramme/Materialien; Kapitel 8.3.2) eine sprachregionale Auswahl getroffen, mit der Begründung, dass aufgrund der Sprachdifferenz nicht in beiden Regionen die Verbreitung von denselben Modellen erwartet werden kann.

Im Gegensatz zu den soeben berichteten Ergebnissen des halb offenen Items 3 erwies sich hier (Item 4) die Auswertung der offenen Ergänzungsformate jedoch als wenig ergiebig, da vorwiegend Kommentare zum Antwortverhalten abgegeben wurden oder beispielsweise bereits berücksichtigte Förderprogramme (vgl. Kapitel 8.3.2.) erneut genannt wurden. Aus diesem Grund werden nachfolgend lediglich Ergebnisse zu den in den Antwortvorgaben erfragten Modellen dargestellt (u. a. *Zahlbegriffskonzept* von Piaget (vgl. Piaget & Szeminska, 1975), *Zählprinzipien* von Gelman und Gallistel (1978), *Phasen der Zählentwicklung* nach Fuson (1988), *Entwicklungsmodell mathematischer Kompetenzen* von Krajewski (2008; Krajewski & Ennemoser, 2013). Die nachfolgende Abbildung 41 gibt eine Zusammenschau der in beiden Sprachregionen erfragten vier Modelle. Berücksichtigt wurden dafür alle sonderpädagogischen Fachpersonen, die über ein durch die EDK anerkanntes Diplom und/oder einen Masterabschluss in Schulischer Heilpädagogik verfügen (N = 51) oder die BFF-Ausbildung absolviert haben (N = 9), sowie Studierende in Schulischer Heilpädagogik (N = 64). Nicht berücksichtigt

[16] Der TEACCH-Ansatz (Treatment and Education of Autistic and related Communication handicapped Children) beinhaltet zentrale Prinzipien für den Unterricht von Kindern mit Autismus-Spektrum-Störungen (z. B. Was soll gemacht werden? Wie viel soll das Kind tun? Wann ist es fertig? Was kommt danach?).

wurden hingegen Personen ohne oder mit fehlender (heil-)pädaogischer Ausbildung (N = 11).
Zugunsten der Übersichtlichkeit wurden alle SHP, die ein gesamtschweizerisch anerkanntes Diplom für den Unterricht von Kindern mit IB vorweisen können (N = 60), in einer Gruppe zusammengefasst, um die absoluten Häufigkeiten in Relation zu jenen der angehenden SHP im Studium (N = 64) darzustellen.
In der Abbildung 41 wird dargelegt, welche Modelle nach Angabe der befragten Fachpersonen in der Ausbildung kennengelernt (k.) oder empfohlen (e.) wurden. Diese Unterscheidung beruht auf der Überlegung, dass angehenden SHP in ihrer Ausbildung nicht einfach unreflektiert Modelle vermittelt werden, sondern im besten Fall auch die kritische Auseinandersetzung mit ungeeigneten und/oder älteren Konzepten Teil ihres Studiums ist und sie diese somit zwar kennenlernen, aber – in Verbindung mit möglichen Kritikpunkten – nicht empfohlen bekommen.

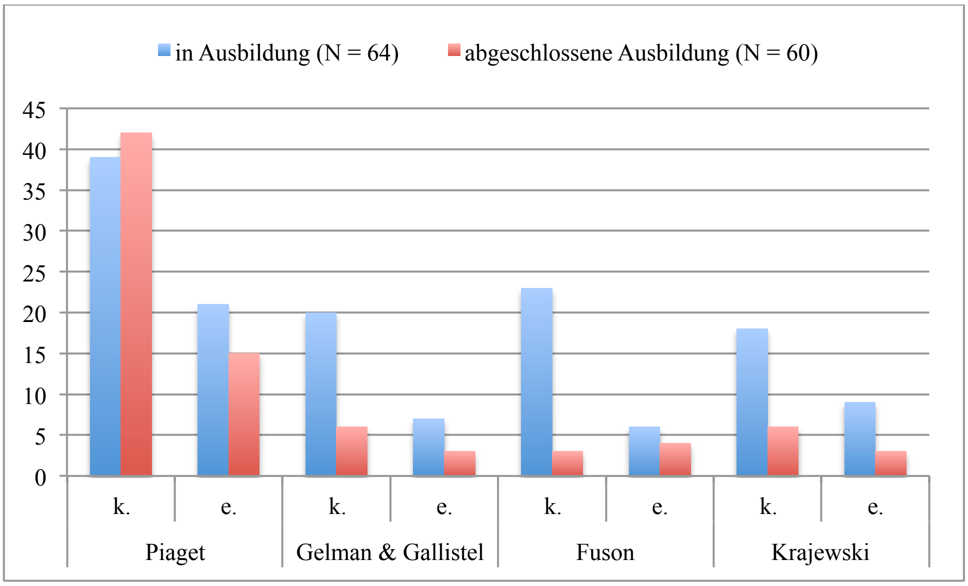

Abbildung 41: Absolute Häufigkeit der Vermittlung mathematischer Entwicklungsmodelle
Anmerkung: N = 124

Es zeigt sich, dass das *Zahlbegriffskonzept* von Piaget (vgl. Piaget & Szeminska, 1975) vergleichsweise am bekanntesten ist. Fachpersonen mit Diplom/MA/BFF haben dieses Konzept eher in ihrer Ausbildung kennengelernt (N = 42) und es wurde ihnen teilweise empfohlen (N = 15). Auch in der heutigen Ausbildung scheint das Konzept noch weit verbreitet zu sein: 39 Studierende geben an, Piagets Konzept kennengelernt zu haben und 21 Studierenden wurde es empfohlen. Dieses Ergebnis muss allerdings vor dem Hintergrund betrachtet werden, dass 12 der Studierenden, die angeben, dass ihnen das Konzept von Piaget empfohlen wurde, aus der Romandie stammen. Die Auswertung der französischsprachigen Umfrageergebnisse zeigt denn auch, dass die Ansätze Piagets hier noch stark verbreitet sind: Je die Hälfte der 24 Studierenden aus der Romandie hat das Konzept

kennengelernt oder empfohlen bekommen, während 7 von insgesamt 9 Personen mit abgeschlossener Ausbildung aus der Westschweiz angeben, es kennengelernt zu haben, und es zwei Personen nach eigenen Angaben empfohlen wurde. Mit Blick auf die befragte Stichprobenauswahl (N = 124) geben nur wenige Befragte (4 Studierende und 2 Personen mit abgeschlossener Ausbildung) an, Piagets Konzept nicht im Verlaufe ihrer Ausbildung kennengelernt zu haben.
Konzepte und Modelle zur Zahlbegriffs- und Zählentwicklung gemäss der aktuellen mathematikdidaktischen Sichtweise, d. h. *Zählprinzipien* von Gelman und Gallistel (1978), *Zählentwicklung* nach Fuson (1988) und *Entwicklungsmodell mathematischer Kompetenzen* von Krajewski (2008; Krajewski & Ennemoser, 2013), sind insbesondere den SHP-Studierenden bekannt. Je rund 20 Personen in Ausbildung haben diese kennengelernt und zwischen je 6 und 9 Personen wurden die Konzepte und Modelle von Gelman und Gallistel, Fuson und Krajewski empfohlen. Dagegen sind diese Ansätze nur je zwischen 3 und 6 Personen mit abgeschlossener Ausbildung in ihrer Ausbildungszeit begegnet und dementsprechend wenigen Befragten (zwischen 3 und 4 Personen) wurden diese empfohlen. Verglichen mit dem *Zahlbegriffskonzept* von Piaget erweisen sich die aktuelleren Konzepte insgesamt als weniger bekannt: So gibt die Mehrheit der Personen mit abgeschlossener Ausbildung (mit Diplom/MA/BFF-Ausbildung) an, die betreffenden Ansätze nicht kennengelernt zu haben, und auch je rund die Hälfte der Studierenden gibt an, diese drei Konzepte und Modelle nicht im Rahmen ihres – zum Befragungszeitpunkt – aktuellen SHP-Studiums kennengelernt zu haben. Diese Zahlen gilt es jedoch wieder vor dem Hintergrund sprachregionaler Unterschiede zu betrachten, denn die Konzepte im Sinne des Skills-Integration-Modells (vgl. Kapitel 4.2.2) erweisen sich insbesondere in der Romandie als unbekannt: Ein Grossteil der insgesamt 24 französischsprachigen Studierenden hat die *Zählprinzipien* von Gelman und Gallistel (N = 17), die *Zählentwicklung* nach Fuson (N = 16) und das *Entwicklungsmodell* von Krajewski (N = 23) nicht kennengelernt. Bei den 9 ausgebildeten SHP aus der Romandie sind die Ansätze von Fuson (1988) und Krajewski (2008, 2009, 2013) dagegen gänzlich unbekannt. Einzig die *Zählprinzipien* von Gelman und Gallistel (1978) wurden von je einer Person in der Ausbildung kennengelernt und einer anderen empfohlen.

Bekanntheitsgrad der Modelle von de Vries und Kutzer in der Deutschschweiz

Da keine Ergebnisse zum Bekanntheitsgrad der beiden Modelle bei den Probandinnen und Probanden aus der Romandie (N = 33) vorliegen, ändern sich die Gruppengrössen, d. h., die nachfolgenden Auswertungsergebnisse beziehen sich auf die 38 Studierenden und 53 ausgebildeten SHP mit EDK-anerkanntem Diplom aus der Deutschschweiz (N = 91).
Die beiden erfragten Entwicklungsmodelle scheinen vergleichsweise wenig in der

SHP-Ausbildung vermittelt worden zu sein: *Das Haus der Mathematik* nach de Vries kennt rund ein Drittel der Studierenden (N = 20), wobei immerhin 8 davon angeben, dass es ihnen im Rahmen ihrer Ausbildung empfohlen worden sei. Bei ausgebildeten SHP ist das Konzept grösstenteils unbekannt (N = 44) und nur wenige geben an, es in der Ausbildung kennengelernt zu haben (N = 8); empfohlen wurde es scheinbar nur einer Person. Von den insgesamt 38 Studierenden aus der Deutschschweiz hat rund die Hälfte (N = 18) das Konzept in der Ausbildung nicht kennengelernt.
Anders sieht es beim *Lernstrukturgitter* nach Kutzer aus: Obwohl auch dieses Konzept in der Ausbildung kennengelernt wurde (Studierende: N = 8; Personen mit abgeschlossener EDK-anerkannter Ausbildung: N = 11), wurde es einigen angehenden SHP im Studium (N = 11) sowie Personen mit EDK-anerkannter Ausbildung (N = 14) empfohlen. Auch dieses Konzept hat je rund die Hälfte der betreffenden Gruppen (Studierende: N = 19 bzw. mit Ausbildung: N = 27) nicht im Rahmen ihrer heilpädagogischen Ausbildung kennengelernt.

8.5 Ergebniszusammenfassung und Interpretation

Forschungsfrage F3: Wichtige und herausfordernde Aspekte des MU
In Tabelle 22 werden die Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse anhand der fünf Kategorien, denen am meisten Antworten zugeordnet werden konnten, veranschaulicht.

Tabelle 22: Wichtige und herausfordernde Elemente des Mathematikunterrichts von Kindern mit IB

Wichtige Elemente	**738 NE**	**Herausfordernde Elemente**	**467 NE**
Bezug zur Lebenswelt der Schülerin oder des Schülers	67 NE	Individualisierendes, differenzierendes und adaptives Unterrichten	34 NE
Einsatz von Arbeitsmitteln und Veranschaulichungen	52 NE	Fachdidaktische Herausforderungen (v. a. Auswahl von passenden Aktivitäten/ Materialien)	33 NE
Handlungsorientiertes Lernen mit Material	50 NE	Diagnostische Herausforderungen (v. a. Erfassung des Lernstandes)	30 NE
Fördern der Informationsverarbeitung	42 NE	Auswahl geeigneter Aktivitäten und Materialien	27 NE
Umgang mit Heterogenität (v. a. Individualisieren u. Differenzieren)	36 NE	Vermittlung des abstrakten Denkens/ Problemlösens	18 NE
(basierend auf Antworten von 132 SHP)		*(basierend auf Antworten von 125 SHP)*	

Die Ergebnisse zur Forschungsfrage F3 bezüglich wichtiger und herausfordernder Aspekte des Mathematikunterrichts von Kindern mit IB aus Sicht der SHP zeigen, dass den Aspekten Lebensweltbezug und Handlungsorientierung grosse Bedeutung zugewiesen wird, dass aber deren Umsetzung oft auch eine Herausforderung darstellt. Die meisten Aussagen der SHP auf die Frage, was ihnen bei der mathematischen Förderung von Kindern mit IB wichtig sei, beziehen sich auf die Berücksichtigung der Alltags- und Lebenswelt des Kindes im Unterricht. Dagegen wird als grösste Herausforderung am häufigsten das individualisierende, differenzierende und adaptive Unterrichten genannt, auch wenn diese Prinzipien im Umgang mit Heterogenität als wichtig angegeben werden. Für viele der Befragten spielt dabei die Erfassung des individuellen Lernstandes und die Berücksichtigung der Lernvoraussetzungen in der mathematischen Förderung eine zentrale Rolle. Auch der Einsatz von Arbeitsmitteln und Veranschaulichungen wird einerseits häufig als wichtig erachtet, konfrontiert die SHP nach eigenen Angaben aber auch mit fachdidaktischen Herausforderungen, so z. B. mit der Auswahl passender Aktivitäten und Materialien. Des Weiteren werden auch Elemente der Informationsverarbeitung, wie z. B. das Festigen des Curriculums durch Wiederholung oder das Vermitteln von Strategien, als wichtig genannt. Dabei wird der Aufbau von Verständnis und einer Vorstellung – verbunden mit dem besonderen Bildungsbedarf von Lernenden mit IB – oft als herausfordernd beschrieben.

Forschungsfrage F4: Einsatz von Lehr- und Unterrichtsmaterialien
Hinsichtlich der Forschungsfrage F4 zum Einsatz von Mathematiklehrmitteln und Förderprogrammen/Materialien zeigt sich, dass viele der befragten SHP für die mathematische Förderung von Kindern mit IB Lehrmittel für den Regelunterricht für die Schuleingangsphase oder die Primarstufe verwenden. Lehrmittel mit aktiv-entdeckendem Ansatz, wie z.B. das *Schweizer Zahlenbuch* (Wittmann & Müller, 2008a; für den dazugehörigen *Heilpädagogischen Kommentar* vgl. Schmassmann & Moser Opitz, 2007) und das Lehrmittel *Mathematik Primar* (Keller et al., 2010) aus dem Kanton Zürich, werden dabei häufiger als andere Lehrmittel für den Regelunterricht eingesetzt. Von den Lehrmitteln, die keinen explizit aktiv-entdeckenden Ansatz verfolgen, wird das Lehrmittel *Einstern* (Bauer & Maurach, 2014) am häufigsten eingesetzt, gefolgt vom Lehrmittel *Logisch* (Anderegg et al., 2009) des Kantons St. Gallen. In der Romandie kommen neben dem offiziellen Lehrmittel *Corome* (Ging et al., 2008) der Westschweizer Lehrmittelkommission ebenso häufig verschiedene Lehrmittel aus Frankreich zum Einsatz. Insgesamt werden seltener Lehrmittel mit „traditionellen“ Ansätzen aus der Pädagogik für Kinder mit IB oder eigene bzw. selber hergestellte Materialien eingesetzt.
Die Ergebnisse zeigen weiter, dass 90% der 135 Befragten angeben, die Montessori-Materialien (vgl. Montessori, 2012) zu kennen. Rund 50% der befragten SHP setzen diese nach eigenen Angaben zudem für die Förderung ein. Das „Yes we can”-Konzept (Verein Hand in Hand, 2011) kennen dagegen 36% der Befragten, wobei es bei 14% der befragten SHP im Mathematikunterricht zum Einsatz kommt. Weniger bekannt sind dagegen die Förderprogramme TouchMath (Bullock, 2002) (10%) und Numicon (Atkinson, 2006) (7%), die nur von wenigen

Personen eingesetzt werden.
Rund 50% der befragten SHP aus der Deutschschweiz (52 von insgesamt 102 Personen) kennen das Besta-Rechenkonzept (Staub-Verhees, 2010) und wiederum 17 davon setzen es im Unterricht ein. Die Kieler Zahlenbilder werden dagegen nicht für die Förderung eingesetzt und nur 16 Befragte kennen diese. Bei den 33 sonderpädagogischen Fachpersonen aus der Romandie sind die französischen Konzepte von Henriques-Christofidès (1997, 2003) *Jouer et comprendre* (79%; N = 26) und *L'Arithmétique apprivoisée* (73%; N = 24) noch etwas bekannter als die Montessori-Materialien (70%; N = 23). Diese werden denn auch von einigen der Befragten (*Jouer et comprendre* von 15 Personen und *L'Arithmétique apprivoisée* von 11 Personen) für die mathematische Förderung eingesetzt.

Forschungsfrage F5: Einsatz von Entwicklungsmodellen in der SHP-Ausbildung
In den letzten Jahrzehnten wurde im Bereich des Zahlbegriffserwerbs intensiv Forschung betrieben, insbesondere im angloamerikanischen Sprachraum. Als Beispiele für Konzepte gemäss dem aktuellen Skills-Integration-Modell (vgl. Kapitel 4.2.2) können hier die von Gelman und Gallistel (1978) beschriebenen Zählprinzipien, die Phasen der Zählentwicklung nach Fuson (1988) oder das Entwicklungsmodell mathematischer Kompetenzen von Krajewski (2008) bzw. die neuste Überarbeitung davon in Form des ZGV-Modells (Krajewski & Ennemoser, 2013) genannt werden. Es interessiert deshalb, ob diese Konzepte in der SHP-Ausbildung thematisiert werden. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, dass die Mehrheit der Befragten im SHP-Studium (N = 64) und mit einer abgeschlossenen EDK-anerkannten Ausbildung (N = 60) das Zahlbegriffskonzept von Piaget (vgl. Kapitel 4.2.1) kennt und ihnen dieses empfohlen wurde. Modelle aus dem angloamerikanischen Sprachraum und das Modell von Krajewski haben vor allem SHP-Studierende, die zum Befragungszeitpunkt ihr Studium absolviert haben, kennengelernt. Hier zeigt sich ein deutlicher Unterschied zu den Personen, die bereits eine EDK-anerkannte Ausbildung in (Schulischer) Heilpädagogik abgeschlossen haben.

9 Diskussion der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Als zentraler Faktor für die Kompetenzentwicklung der Lernenden wird – nicht zuletzt seit Hattie (Hattie et al., 2013) – die Professionalität der Lehrenden genannt. Gerade im Hinblick auf sonderpädagogische Lehrpersonen wird dabei eine grosse Differenz zwischen den vorhandenen empirischen Erkenntnissen und der gängigen sonderpädagogischen Förderpraxis beklagt (Heward, 2003, S. 201). Auch die Forderung nach mehr theoriegeleiteter und hypothesentestender sonderpädagogischer Forschung ist nicht neu (vgl. Kanter, 1985; Klauer, 2000; Langfeldt & Wember, 1994; Moser et al., 2008). Während, wie in Kapitel 3 dargelegt, international ein breiter Forschungsfundus zum professionellen mathematischen Wissen von Lehrpersonen verschiedener Schulstufen existiert, besteht ein Forschungsdesiderat hinsichtlich des Professionswissens von Sonderpädagoginnen und Sonderpädagogen. Im Zentrum des Interesses dieser Arbeit stand deshalb das mathematikspezifische Professionswissen von SHP bezüglich der mathematischen Förderung von Lernenden mit IB, womit der Versuch unternommen wurde, der Forderung von Klauer (2000, S. 995) nach mehr theorieorientierter Forschung „im Hinblick auf die Besonderheiten der Kinder und Jugendlichen, mit denen es Sonderpädagogen zu tun haben" (ebd., S. 996), nachzukommen.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit bestand darin, aufzuzeigen, inwiefern SHP über mathematikspezifisches Wissen als Voraussetzung für den Mathematikunterricht von Kindern mit IB verfügen, wie dieses strukturiert ist und welche Wissensunterschiede sich hinsichtlich verschiedener Ausbildungen empirisch bestätigen lassen. Da bis anhin weder Konstrukt-Operationalisierungen noch objektive Erfassungsinstrumente für die interessierende Thematik vorlagen, umfasste das erste Arbeitsziel des Vorhabens die Operationalisierung des Konstrukts sowie die darauf aufbauende Entwicklung eines theoriefundierten Befragungsinstruments (vgl. Kapitel 6.3). Mittels direkter Messmethoden wurde sodann das mathematikspezifische Professionswissen von 135 als SHP tätigen Personen aus der deutsch- und französischsprachigen Schweiz erhoben.

An dieser Stelle werden vorab die zugrunde liegenden Forschungsfragen (vgl. Kapitel 6.1) zusammenfassend beantwortet, wonach die generierten qualitativen und quantitativen Ergebnisse diskutiert und interpretiert werden, um dann mit allgemeinen Folgerungen, Empfehlungen und einem Ausblick zu schliessen.

9.1 Zusammenfassung und Einordnung der Ergebnisse

Die leitenden Fragestellungen und dazugehörigen Hypothesen der quantitativen Untersuchung sowie die informationsgenerierenden Fragen des qualitativen Untersuchungsteils (vgl. Kapitel 6.1) lassen sich zusammengefasst wie folgt beantworten:

F1) Welche Struktur weist das latente Konstrukt des „mathematikspezifischen Professionswissens von SHP“ auf?

Die Ergebnisse der explorativen Faktorenanalyse verweisen darauf, dass es sich beim MPW von SHP – basierend auf den vorgelegten 19 kriterienorientierten Items – um ein fünfdimensionales Konstrukt handelt, wobei auf deskriptiver Ebene Faktoren wie fachdidaktisches Wissen, spezialisiertes Fachwissen sowie drei Komponenten des fachlichen Wissens (Fachbegriffe und Pränumerik, Wissen über Beziehungen natürlicher Zahlen und Wissen um Zahlbegriffsvoraussetzungen) beschrieben werden können (vgl. Kapitel 7.3). Das Modell müsste jedoch mittels weiterer Analysen bzw. einer konfirmatorischen Faktorenanalyse anhand einer neuen Stichprobe abgesichert werden. Insgesamt verweisen die Ergebnisse analog zu bestehenden Annahmen darauf, dass offene Items zu einer höheren Datenqualität führen.

F2) Sind hinsichtlich des mathematikspezifischen Professionswissens von SHP Unterschiede zwischen SHP mit unterschiedlichen Ausbildungen festzustellen?

Studierende in SHP verfügen sowohl über ein hochsignifikant höheres mathematikspezifisches Professionswissen (MPW) als Personen mit anderer oder fehlender (heil-)pädagogischer Ausbildung (H2a) als auch über ein signifikant höheres MPW als SHP mit einer abgeschlossenen Berufsausbildung bzw. einem Diplom oder Masterabschluss (H2b). Damit können die Hypothesen H2a und H2b als bestätigt erachtet werden. Wider Erwarten erweist sich dagegen der Leistungsunterschied zwischen Personen mit anderer oder fehlender (heil-)pädagogischer Ausbildung und SHP mit Ausbildung in Schulischer Heilpädagogik (Diplom/MA) als nicht signifikant, was zur Ablehnung der Hypothese H2c führt.

F3) Was ist aus Sicht der SHP wichtig für die mathematische Förderung von Kindern mit IB und worin besteht für sie die grösste Herausforderung im Mathematikunterricht mit diesen Lernenden?

Aus Sicht der befragten Fachpersonen ist der „Bezug zur Lebenswelt der Schülerin/des Schülers“ neben dem „Einsatz von Arbeitsmitteln und Veranschaulichungen“ und dem „handlungsorientierten Lernen mit Material“ in der mathematischen Förderung von Lernenden mit IB am wichtigsten. Ebenfalls wichtig sind den Befragten zudem das „Fördern der Informationsverarbeitung“ und der „Umgang mit Heterogenität“. Gerade Letzterer scheint aber auch herausfordernd zu sein; so betreffen die meisten Aussagen bezüglich der Herausforderungen das

„individualisierende, differenzierende und adaptive Unterrichten“ neben „fachdidaktischen Herausforderungen“, „diagnostischen Herausforderungen“ und der herausfordernden „Auswahl geeigneter Aktivitäten und Materialien“.

F4) Welche Lehrmittel werden von den SHP regelmässig zur Förderung von Kindern mit IB eingesetzt und welche Förderprogramme/Materialien sind bekannt und/oder kommen zum Einsatz?

Am häufigsten werden für die Förderung von Kindern und Jugendlichen mit IB Mathematiklehrmittel für den Regelunterricht mit aktiv-entdeckendem Ansatz eingesetzt (27%), gefolgt von anderen Lehrmitteln für den Regelunterricht (16%); seltener werden Lehrmittel mit „traditionellem“, d. h. pränumerisch-kleinschrittigem Ansatz eingesetzt (10%). Rund 50% der Befragten setzen zudem die Materialien von Montessori im Mathematikunterricht von Kindern mit IB ein, die zugleich auch mit Abstand am bekanntesten sind (rund 90% der befragten Personen kennen diese). Während sich 13% der SHP am „Yes we can”-Konzept orientieren, sind andere Ansätze wie TouchMath oder Numicon vergleichsweise unbekannt und werden selten eingesetzt; überhaupt nicht eingesetzt werden die Kieler Zahlenbilder. In der Deutschschweiz kommt auch das Besta-Rechenkonzept (16%) zum Einsatz, während in der Romandie häufiger französischsprachige Förderprogramme wie *Jouer et comprendre* (45%) oder *L'Arithmétique apprivoisée* (33%) für den Mathematikunterricht von Kindern mit IB genutzt werden.

F5) Welche Modelle zur Entwicklung mathematischer Kompetenzen wurden in der Ausbildung von SHP-Studierenden und Fachpersonen mit abgeschlossener (SHP- oder BFF-)Ausbildung eingesetzt und/oder empfohlen?

Die Mehrheit der Fachpersonen mit einer Ausbildung für den Unterricht von Kindern mit IB (Diplom/MA SHP oder BFF-Ausbildung) sowie Studierende in SHP kennen das Zahlbegriffskonzept von Piaget (117 von 124 Personen). Konzepte gemäss dem aktuellen Skills-Integration-Modell wie die Zählprinzipien von Gelman und Gallistel (1978), die Phasen der Zählentwicklung nach Fuson (1988) und das Entwicklungsmodell mathematischer Kompetenzen von Krajewski (2008; Krajewski & Ennemoser, 2013) sind deutlich weniger bekannt: Nicht ganz ein Drittel der Befragten hat diese Konzepte jeweils in der Berufsausbildung kennengelernt. In der Deutschschweiz ist das in Anlehnung an Piaget konzipierte Lernstrukturgitter von Kutzer (1999) deutlich bekannter (44 von insgesamt 91 Personen geben an, es zu kennen) als das Haus der Mathematik nach de Vries (29 von insgesamt 91 Personen). Befragte mit einer abgeschlossenen Berufsausbildung und Berufsleute aus der französischsprachigen Schweiz scheinen aktuellere Konzepte zur Zahlbegriffsentwicklung weniger zu kennen.

9.1.1 Ergebnisinterpretation und Folgerungen

Struktur des MPW unter Bezugnahme auf Shulman (1987) und Ball et al. (2008)
Zur Beschreibung des domänenspezifischen Professionswissens von Lehrpersonen wird häufig auf die siebengliedrige Taxonomie von Shulman (1987) zurückgegriffen, wobei als einflussreichste Überarbeitung im Hinblick auf den Mathematikunterricht das Modell des *mathematical knowledge for teaching* von Ball et al. (2008) genannt werden kann (vgl. Kapitel 3.2.1; 3.2.2).
Das in der vorliegenden Studie ermittelte Fünf-Faktoren-Modell (vgl. Tabelle 15, S. 184) weist insofern Parallelen zu den beiden genannten Konzeptualisierungen auf, als sich auch hier die beiden Hauptdimensionen des professionellen Wissens von Lehrpersonen, d. h. das fachdidaktische Wissen sowie das Fachwissen, abzeichnen. Gemäss den Inhalten der vorgelegten 19 Items umfasst der erste Faktor fachdidaktisches Wissen, der zweite spezialisiertes Inhalts- bzw. Fachwissen und die Faktoren drei bis fünf allgemeines Fachwissen.
In Bezug auf das Modell von Ball et al. (2008) kann festgehalten werden, dass der erste ermittelte Faktor sowohl Wissen über Inhalt und Lernende als auch Wissen über Inhalt und Unterrichten (KCS und KCT) beinhaltet und diese Komponenten im Unterschied zum MKT-Modell nicht zwei eigene Faktoren abbilden. Eine mögliche Erklärung hierfür wäre, dass das mathematikspezifische Professionswissen von SHP sich durch den Fokus auf die Förderung von Kindern und Jugendlichen mit besonderem Bildungsbedarf auszeichnet (vgl. Kracht, 2014, S. 207) und damit verbunden das fachdidaktische Wissen immer in einem Bezug zu den Lernenden und deren jeweiligen Lernvoraussetzungen steht. Der zweite Faktor umfasst ausschliesslich Items, die dem spezialisierten Fachwissen zugeordnet werden können. Dieses besteht aus den zentralen entwicklungspsychologischen und mathematikdidaktischen Grundlagen, die dem Skills-Integration-Modell zugeordnet werden können (vgl. Kapitel 4.2.2). Das allgemeine Inhalts- bzw. Fachwissen wird dagegen – im Unterschied zur Struktur des MKT-Modells – durch drei verschiedene Faktoren abgedeckt. Eine mögliche Begründung hierfür besteht in der thematischen Vielfalt der betreffenden Items, die darin resultiert, dass sich die Items verschiedenen „Facetten" des Fachwissens zuordnen lassen. Ausgehend davon lassen sich die drei Themenbereiche auch unterschiedlich beschreiben bzw. benennen: 1) Fachbegriffe und Pränumerik, 2) Beziehungen natürlicher Zahlen sowie 3) Zahlbegriffsvoraussetzungen (vgl. Tabelle 15, S. 184). Hier ist kritisch anzumerken, dass die drei eben genannten Faktoren, die dem allgemeinen Inhaltswissen bzw. CCK zugeordnet wurden, ganz klar auch fachdidaktisches Wissen enthalten bzw. erfragen, wenngleich dieses – verglichen mit den beiden ersten Faktoren – eine eher untergeordnete Rolle einnimmt. In Analogie zur Kritik an der Trennung von fachdidaktischem Wissen (PCK) und Fachwissen (CK) (vgl.

Kapitel 3.2.1) könnte dies als Hinweis darauf verstanden werden, dass es im Hinblick auf das (sonder-)pädagogische Professionswissen kein „reines“ fachliches Wissen gibt, sondern dieses mathematische und pädagogische Komponenten gleichermassen umfasst (vgl. Depaepe et al., 2013, S. 13; Bednarz & Proulx, 2009; Huillet, 2009). Diese Auffassung würde für eine dynamische Sichtweise auf das mathematikspezifische Professionswissen im Sinne des „integrativen Modells“ sprechen (vgl. Seymour & Lehrer, 2006; vgl. auch Dollny, 2011).
Trotz scheinbarer Gemeinsamkeiten der Konzeptualisierungen mit der ermittelten Faktorenlösung gilt weiter zu berücksichtigen, dass die Items auf dem Hintergrund von Erkenntnissen zur mathematischen Entwicklung von Kindern und Jugendlichen mit IB und nicht auf der Grundlage der Modelle von Shulman (1986, 1987) und Ball et al. (2008) entwickelt worden sind. Trotz dieser zu beachtenden Aspekte können die charakteristischen Merkmale der Komponenten des MKT-Modells (Ball et al., 2008) herangezogen werden, um auf theoretischer Ebene zu beschreiben, inwieweit die befragten SHP – soweit aus den Daten ableitbar – über ein mathematikspezifisches Professionswissen verfügen.

Wissen der SHP vor dem Hintergrund des MKT-Modells (Ball et al., 2008)

Mit Blick auf das MKT-Modell (Ball et al., 2008) lässt sich zusammenfassend festhalten, dass insbesondere Items zum *allgemeinen Inhaltswissen* gut gelöst wurden. Dies zeigt sich vor allem darin, dass die meisten Befragten Wissen zur Klassifikation, Seriation sowie zum Ordinal- und Kardinalzahlaspekt mitbringen. Weiter kennen die SHP auch die wesentlichen Aspekte des Erwerbs des Zahlbegriffs und des Operationsverständnisses. Die Ergebnisse zeigen damit, dass SHP über mathematikspezifisches Professionswissen hinsichtlich des Bereichs „Fachbegriffe und Pränumerik“ verfügen. Weniger Wissen weisen SHP bei den Items zum *spezialisierten Inhaltswissen* auf – wenn es um Wissen zum Skills-Integration-Modell (vgl. Kapitel 4.2.2) wie beispielsweise zu den von Gelman und Gallistel (1978) beschriebenen Zählprinzipien, die Phasen der Zählentwicklung nach Fuson (1988) oder um die wahrnehmungsbasierte Fähigkeit Subitizing geht. Dies könnte damit zusammenhängen, dass Personen, bei denen die Ausbildung schon länger zurückliegt, keinen Zugang zu aktuelleren mathematikdidaktischen Grundlagen wie dem Skills-Integration-Modell haben. Die Lösungswahrscheinlichkeiten der Items zum *fachdidaktischen Wissen*, insbesondere jene zur Einschätzung von Arbeitsmitteln und Veranschaulichungen, deuten dagegen auf ein eher geringes Professionswissen der SHP hin. Hier liegt, verbunden mit den Antworten der SHP, die Vermutung nahe, dass die Befragten Unterrichtsmaterialien nicht zwingend nach fachdidaktischen Kriterien auswählen, sondern bei der Auswahl möglicherweise andere Faktoren berücksichtigt werden. Ausgehend von diesen Ergebnissen stellt sich die Frage, wie und in welcher Form insbesondere den SHP mit abgeschlossener Ausbildung aktuelle mathematikdidaktische Erkenntnisse zum Einsatz von Arbeitsmitteln und Veranschaulichungen als auch zur numerischen Entwicklung von Kindern mit und ohne IB zugänglich gemacht werden können.

Wissen der SHP vor dem Hintergrund verschiedener Förderansätze
Das domänenspezifische Professionswissen von SHP wird geprägt durch verschiedene Förderansätze, die mit unterschiedlichen entwicklungspsychologischen und mathematikdidaktischen Sichtweisen einhergehen und zum Teil im Widerspruch zum aktuellen Verständnis der Zahlbegriffsentwicklung stehen (vgl. Kapitel 4.2.1; 4.2.2; 4.4.2). Von Interesse ist in diesem Zusammenhang, inwieweit das mathematikspezifische Professionswissen der befragten SHP dem heutigen Forschungsstand entspricht. Auch wenn die Ergebnisse zeigen, dass gerade SHP-Studierende vergleichsweise aktuellere Konzepte eher kennen, so erstaunt das Antwortverhalten der Probandinnen und Probanden hinsichtlich bestimmter Fragen (vgl. Kapitel 7.2.2) mit Blick auf den derzeitigen Forschungsstand dennoch. So werden scheinbar auch nicht numerische Aspekte, wie beispielsweise die Mengeninvarianz, für die Zahlbegriffsentwicklung und das mathematische Lernen als wichtig erachtet. Dies, obwohl aktuellere Forschungserkenntnisse belegen, dass sich numerische Voraussetzungen unabhängig vom Invarianzverständnis entwickeln können, und damit verbunden ein Training der Invarianz als Zeitverlust erachtet wird (vgl. Moser Opitz, 2008, S. 51; vgl. auch Ginsburg, 1977). Auch andere nicht numerische Aktivitäten wie die Links-rechts-Unterscheidung werden von rund der Hälfte der Befragten als wichtig hinsichtlich der mathematischen Entwicklung erachtet. Daneben werden jedoch auch zentrale numerische Kenntnisse (wie z. B. die Unterscheidung von Zahlen und die Ordnung von Zahlen nach deren Grösse) von einem Grossteil der Befragten als wichtig angegeben. Wie aber lassen sich diese Ergebnisse erklären?
Die Antworten der SHP scheinen darauf zu verweisen, dass nach wie vor Aspekte der „traditionellen“ Förderansätze im Kontext intellektueller Beeinträchtigung (Kapitel 4.2.4; 4.4.2) als wichtig wahrgenommen werden. Dies könnte damit zusammenhängen, dass insbesondere SHP, bei denen die Ausbildung schon länger zurückliegt, vor allem das klassische Modell der Zahlbegriffstheorie bzw. Konzepte in Anlehnung an Piagets Traditionslinie kennen. Daneben zeigt sich aber auch, dass Aspekte, die der aktuellen Sichtweise auf die mathematische Entwicklung und Förderung entsprechen, von den Befragten als wichtig erachtet werden. Vor dem Hintergrund, dass häufig Lehrmittel mit aktiv-entdeckendem Ansatz für die Förderung von Lernenden mit IB verwendet werden, wäre ein möglicher Erklärungsansatz, dass darin enthaltene Aspekte (z. B. die ganzheitliche Zahlenraumerarbeitung) nicht nur Einzug in die Förderpraxis finden, sondern auch die pro-

fessionelle Sichtweise der SHP prägen. Ausgehend davon ist es denkbar, dass für die Förderung von Kindern und Jugendlichen mit IB möglicherweise aus vielfältigen und oftmals divergierenden Konzepten situativ ausgewählt wird.

Bedeutung und Rolle der Ausbildung

Mit Blick auf die Zusammensetzung der Stichprobe (vgl. Kapitel 6.4.1) ist als Erstes festzuhalten, dass die Mehrheit der Befragten über eine EDK-anerkannte Ausbildung (bzw. SHP- oder BFF-Ausbildung) verfügt und ein beachtlicher Teil das Studium in SHP berufsbegleitend absolviert. Im Vergleich zu früheren Untersuchungsergebnissen (vgl. Bless, 2007) kann zudem festgehalten werden, dass deutlich weniger Personen (rund 14% der über ihren Arbeitsort befragten SHP) eine andere bzw. nicht EDK-anerkannte Ausbildung für den Unterricht mit Lernenden mit IB als Voraussetzung mitbringen. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass SHP-Studierende – verglichen mit Personen, die über eine andere Ausbildung verfügen oder deren Ausbildung länger zurückliegt – signifikant mehr Wissen mitbringen. Zudem legen die Untersuchungsergebnisse die Vermutung nahe, dass ältere SHP in ihrer damaligen Ausbildung ausschliesslich klassische Modelle der Zahlbegriffsentwicklung (vgl. Kapitel 4.2.1) vermittelt wurden und sie dementsprechend über weniger Wissen hinsichtlich aktuellerer entwicklungspsychologischer und mathematikdidaktischer Erkenntnisse verfügen und eher zu „traditionellen" Förderansätzen (vgl. Kapitel 4.4.2) tendieren als ihre jüngeren Berufskolleginnen und -kollegen, die sich zum Befragungszeitpunkt im Studium befinden.

In Analogie zu Studien professioneller mathematischer Kompetenzen von Lehrpersonen (vgl. Kapitel 3.3.3, S. 49) verweisen auch die vorliegenden Ergebnisse darauf, dass eine längere Berufserfahrung nicht mit einem höheren Professionswissen einhergeht, sondern dass – im Gegenteil – Personen mit mehr Praxiserfahrung insgesamt über weniger mathematikspezifisches Professionswissen verfügen. Im Unterschied zu angehenden Lehrpersonen muss aber auch berücksichtigt werden, dass – so zumindest bei der vorliegenden Stichprobe – mit wenigen Ausnahmen alle Studierenden in Schulischer Heilpädagogik bereits den Beruf ausüben und teilweise mehrjährige Erfahrungen in der *Funktion* als SHP vorweisen, womit die Ergebnisse aus der Lehrerinnen- und Lehrerforschung (neben anderen Gründen) nicht direkt vergleichbar sind. Eine gemeinsame Ausgangslage bildet dagegen die Annahme, dass sich Professionalität bzw. Expertise erst in der Praxis entwickelt und Handlungskompetenzen im Unterschied zum Professionswissen somit nicht in der Ausbildung erworben werden können (vgl. Kapitel 3.3.3).

Als möglichen Grund für den Leistungsrückstand erfahrener Lehrpersonen im Vergleich mit Studierenden nennen beispielsweise Bromme und Haag (2008) den Rückgang des Enthusiasmus, der durch verschiedene Stressfaktoren verursacht werden kann. Allerdings lässt sich diese Überlegung, verbunden mit der Tatsache, dass die Mehrheit der Studierenden in SHP bereits berufstätig ist, nicht ohne Weiteres auf den Berufsstand der Schulischen Heilpädagoginnen und Heilpädagogen übertragen. Die Erfassung verschiedener (sonder-)pädagogischer Vorerfahrungen gestaltet sich verbunden mit der hohen Heterogenität interindividueller Erfahrungen äusserst komplex. Bezüglich dieser These, sowie der Bedeutung unterschiedlicher (sonder-)pädagogischer Berufserfahrungen, besteht somit weiterhin Untersuchungsbedarf.

Theoretische und praktische Relevanz der Ergebnisse
Bislang blieb die Frage, inwiefern SHP über mathematikspezifisches Professionswissen hinsichtlich der Förderung von Kindern mit IB verfügen, unbeantwortet. Den praktischen Hauptertrag dieser Arbeit stellt daher das entwickelte Befragungsinstrument dar. Das Instrument erfüllt die Testgütekriterien weitestgehend (vgl. Kapitel 7.1) und vermag das MPW von SHP mit heterogenen Ausbildungs- und Arbeitshintergründen reliabel und – soweit beurteilbar – valide zu erfassen. Angesichts der Untersuchungsergebnisse bisheriger Kompetenzstudien kann der theoretische Ertrag der vorliegenden Studie darin gesehen werden, dass deutliche Leistungsdifferenzen zwischen verschiedenen Ausbildungsgruppen sowie Einzelpersonen aufgezeigt werden konnten, wobei das aktuelle Studium in SHP als zentrales Einflussmerkmal hinsichtlich des ermittelten MPW hervorging. Aufgrund der Untersuchungsanlage können neben den Erträgen aus dem quantitativen Untersuchungsteil auch die qualitativen Ergebnisse in Verbindung mit den statistischen Erkenntnissen der Hypothesenprüfung hinsichtlich ihrer Relevanz für den Mathematikunterricht von Kindern mit IB einerseits sowie für die Ausbildungssituation von SHP andererseits diskutiert werden (vgl. Kapitel 9.2).

9.1.2 Einschränkungen der Untersuchung und Konsequenzen

Zur Bedeutung der Instrumentenentwicklung und Itemauswahl
Die Studie legt den Fokus auf das mathematische Professionswissen von SHP hinsichtlich der Förderung von Kindern mit IB. Dieses spezifische Wissen stellt wohlgemerkt nur einen Teil der professionellen Kompetenz von Sonderpädagoginnen und Sonderpädagogen dar, wobei auch dieses nicht „umfänglich" abgebildet werden kann. Zudem ist die mathematikdidaktische Ausbildung – auch jene von SHP – breiter angelegt, als dies ein Befragungsinstrument zu erfassen vermag, denn „die Ausbildung zielt […] neben handlungsnahen Inhalten bildungstheoretisch auf die Entwicklung einer Reflexionskompetenz, die sich nicht nur auf unterrichtliche Situationen bezieht, wie sie die Test-Items abbilden, sondern auch auf metatheoretische Fragen" (Blömeke, Suhl et al., 2010, S. 46). Die Interpretati-

on der Ergebnisse muss folglich im Bewusstsein der Tatsache betrachtet werden, dass das Konstrukt aufgrund seiner Komplexität im Rahmen dieser Arbeit durch 19 manifeste Variablen bzw. den daraus hervorgegangenen Gesamtsummenwert (vgl. Kapitel 6.5, S. 159) erschlossen wurde. Die Summe von Variablenwerten, die je auf verschiedenen Itemformaten und Themenbereichen basiert, ist deshalb vor dem Hintergrund zu interpretieren, dass die ermittelten Gesamtsummenwerte – respektive das aus den Daten abgeleitete Professionswissen – nicht unabhängig vom Befragungsinstrument sind, sondern massgeblich durch die dargebotenen Items und deren Schwierigkeit beeinflusst wurden (vgl. Goldhammer & Hartig, 2012, S. 175).

Bezug zu bisherigen Konzeptualisierungen des Professionswissens

Als mögliche Einschränkung der vorliegenden Studie könnte die thematische Beschränkung der Untersuchung auf das mathematikspezifische Professionswissen erachtet werden, zumal insbesondere Handlungskompetenzen für die erfolgreiche Ausübung des Berufs von Relevanz sind (vgl. Terhart, 2011).

Die Eingrenzung auf das Professionswissen wurde deshalb vorgenommen, da dies einerseits einen ökonomischen Feldzugang ermöglicht und da andererseits – verbunden mit der grossen Heterogenität sonderpädagogischer Schulformen sowie der Entwicklungs- und Lernvoraussetzungen der Kinder und Jugendlichen mit IB – eine Orientierung an der „gemeinsamen" Wissensbasis in einem ersten Schritt auf dem Weg zur Erschliessung dieser Forschungslücke (vgl. Kapitel 1) unumgänglich erschien. Aufgrund der Themenspezifität konnten vorangegangene Dimensionierungen und Taxonomien professionellen Lehrerinnen- und Lehrerwissens für die Instrumentenentwicklung zwar als Orientierungshilfe genutzt werden, jedoch wurde aufgrund des Forschungsdesiderats im sonderpädagogischen Bereich eine eigene Konstrukt-Operationalisierung vorgenommen (vgl. Kapitel 6.3.2). Auch wenn die Kritik, dass unterschiedliche Operationalisierungen des Professionswissens letztlich nicht vergleichbar sind (Böhm-Kasper & Weishaupt, 2008, S. 103), durchaus berechtigt ist, gilt zu beachten, dass sich die sonderpädagogische Wissensgrundlage trotz vieler Überschneidungen vom professionellen Wissen der Regellehrpersonen unterscheidet, wie in den theoretischen Ausführungen des Kapitels 5 deutlich wurde.

Professionswissen und Handlungsrelevanz

Aufgrund von Studienergebnissen aus der Lehrerinnen- und Lehrerforschung wird angenommen, dass die Qualität der Ausbildungsinstitution, berufliche Weiterbildungen sowie das Professionswissen als solches die Unterrichtsqualität und letztlich die Lernentwicklung der Schülerinnen und Schüler beeinflussen können (vgl. Kapitel 3.3.3). Die vorliegende Untersuchung beschränkt sich jedoch auf die direkte Erhebung des Professionswissens, womit die *Wirkung* desselben auf die Lernleistung von Lernenden mit IB unbeachtet bleibt und aufgrund fehlender Informationen auch keine konkreten Rückschlüsse auf Aspekte von Aus- und Weiterbildung möglich sind, sondern lediglich Folgerungen aus den Ergebnissen abgeleitet werden können (vgl. Kapitel 9.2). Die Absicherung dieser Zusammenhänge benötigt somit – insbesondere für den Kontext sonderpädagogischer Förderung – der weiterführenden Forschung, zumal die *Handlungsvalidität* des Professionswissens nicht gänzlich unumstritten ist (z. B. Vogelsang & Reinhold, 2013). Ausgehend von Ergebnissen aus der Lehrerinnen- und Lehrerforschung (vgl. Kapitel 3.3.2) liegt die Vermutung nahe, dass auch das fachdidaktische Professionswissen sonderpädagogischer Lehrpersonen handlungsrelevanter ist als das Fachwissen. Der direkte Handlungsbezug wird dann deutlich, wenn es beispielsweise darum geht, konkrete Hilfestellungen beim Zählen zu geben (z. B. Item C6), wohingegen deklaratives Wissen (z. B. zu Fachbegriffen; vgl. exemplarisch Item L21) scheinbar weniger mit dem prozeduralen Handlungswissen zusammenhängt. Vor diesem Hintergrund wird zunächst deutlich, dass mit der Summenwertbildung von Variablen unterschiedlicher Faktoren neben vielen Vorteilen auch Informationen „verloren gehen“ bzw. nicht mehr ersichtlich sind. Weiter drängt sich damit die Notwendigkeit auf, die Dimensionierung des Konstrukts „MPW von SHP“ in zukünftigen Forschungsarbeiten mit dem Ziel der empirischen Strukturabsicherung eingehend zu untersuchen, um letztlich – mit Blick auf die sonderpädagogische Förderpraxis – konkrete Aussagen zur Handlungsvalidität einzelner Komponenten des MPW von SHP machen zu können.

Auch wenn bezüglich der sonderpädagogischen Praxis verschiedentlich kritisiert wird, dass häufig auch uneffektive Fördermethoden eingesetzt würden (vgl. Johnson & Semmelroth, 2013, S. 74), so sind allein durch die Messung des Professionswissens weder Rückschlüsse auf das praktische Handeln der betreffenden Sonderpädagoginnen und Sonderpädagogen möglich, noch können Aussagen zur Effektivität eingesetzter Interventionen gemacht werden. Jedoch kann ausgehend vom aktuellen Forschungsstand (vgl. Kapitel 4) durchaus abgeschätzt werden, welche Förderkonzeptionen und -mittel sich aus fachlichen Gründen besser eignen als andere. Allerdings ist aus fachdidaktischer Sicht nicht nur relevant, *ob* eine bestimmte Intervention Lernen begünstigt, „sondern eher *wie, auf welche Weise* und *unter welchen Bedingungen* sie lernförderlich ist“ (Ufer et al., 2015, S. 417). Ausgehend von diesem Gedanken ist für die Qualität der sonderpädagogischen Unterrichtspraxis somit zentral, *wie* die SHP ihr Wissen nutzen, um die Förderung von Schülerinnen und Schülern mit IB zu gestalten. Dieser Frage gilt es in künftigen unterrichtsorientierten Forschungsarbeiten nachzugehen.

Stichprobenauswahl

Wie bereits im Durchführungskapitel 6 erwähnt, ist die Stichprobengewinnung bei der Gruppe der sonderpädagogischen Lehrpersonen mit besonderen Erschwernissen verbunden, weshalb die Rekrutierung vorwiegend mittels persönlicher Kontakte zu Schulleitungen vorgenommen wurde (vgl. Kapitel 6.4.1). Damit verbunden muss in Kauf genommen werden, dass es sich bei der Stichprobe um eine *Positiv-Auslese* handelt (Kunter & Klusmann, 2010, S. 71). Aufgrund der freiwilligen Untersuchungsteilnahme kann nicht ausgeschlossen werden, dass Personen, die über wenig mathematikspezifisches Professionswissen verfügen, bewusst nicht an der Umfrage teilgenommen oder diese frühzeitig abgebrochen haben. Dieser Effekt könnte allerdings gemildert worden sein durch den Umstand, dass an einigen Erhebungsorten eine Teilnahme des gesamten Lehrpersonenteams oder der Studierendengruppe beschlossen wurde und somit auch Personen an der Umfrage partizipiert haben, die im Alleingang nicht mitgemacht hätten.

Verbunden mit der Stichprobengewinnung müssen auch mögliche sprachregionale Einflüsse in Betracht gezogen werden, zumal das vorliegende Befragungsinstrument in zwei Sprachregionen eingesetzt wurde. Vor dem Hintergrund, dass das Befragungsinstrument in der Deutschschweiz entwickelt wurde, gilt zu berücksichtigen, dass Mathematikunterricht mitunter auch kulturell geprägt ist (vgl. Blömeke, Suhl et al., 2010, S. 47). Dies zeigte sich in der vorliegenden Studie beispielsweise darin, dass nicht alle erfragten Förderkonzepte in beiden Sprachregionen vertreten sind. Dennoch verweisen die empirischen Ergebnisse darauf, dass grundsätzlich keine sprachregionalen Unterschiede im Hinblick auf das mathematikspezifische Professionswissen von SHP bestehen (vgl. Kapitel 7.4.1, S. 188).

Methodische Grenzen vor dem Hintergrund der Testgütekriterien

Die Befragung fand zugunsten einer möglichst repräsentativen Stichprobe und aufgrund der Vielfalt sonderpädagogischer Settings in verschiedenen und *nicht kontrollierten Erhebungssituationen* statt. Zugunsten von möglichst geringen Einschränkungen der internen Validität wurden weitestgehend vergleichbare „unkontrollierte“ Befragungssituationen erzeugt, um so weit wie möglich sicherzustellen, dass die befragte Person jeweils die einzige Variationsquelle darstellt (vgl. Moosbrugger & Schermelleh-Engel, 2012, S. 9). Auch wenn die Fragebogenversion keinen Einfluss auf die Ergebnisse zu haben schien (vgl. Kapitel 7.4.1), kann aufgrund der unkontrollierbaren Erhebungssituationen nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass die unterschiedlichen Befragungssituationen die *Durchführungsobjektivität* vermindert haben (vgl. Krebs & Menold, 2014, S. 427).

Der *Auswertungs- und Interpretationsobjektivität* konnte dagegen im Rahmen der quantitativen Untersuchung anhand des Codiermanuals und mittels des Double-

Blind-Verfahrens zweier Raterinnen Rechnung getragen werden. Abgesehen von wenigen Items erwies sich diese Vorgehensweise als gut umsetzbar, was sich in guten bis sehr guten Interrater-Reliabilitätswerten zeigte (vgl. Kapitel 7.1.1). Im Unterschied zum quantitativ verarbeiteten Datenmaterial der Untersuchung wurde die qualitative Inhaltsanalyse aufgrund begrenzter Ressourcen nur von einer Person vorgenommen. Hier wurde versucht, der Minderung der Auswertungs- und Interpretationsobjektivität durch eine regelgeleitete Vorgehensweise (vgl. Mayring, 2015) entgegenzuwirken, wenngleich Verzerrungen aufgrund der fehlenden Absicherung durch eine zweite Person bzw. aufgrund der ausstehenden intersubjektiven Verifizierung nicht gänzlich ausgeschlossen werden können. Die qualitativen Ergebnisse (vgl. Kapitel 8) gilt es aus den eben genannten Gründen sowie aufgrund des explorativen Charakters dieses Untersuchungsteils mit der nötigen Vorsicht zu interpretieren.

9.1.3 Zur Qualität des entwickelten Befragungsinstruments und der Items

Obwohl auf Ebene des Gesamtkonstrukts eine hohe Reliabilität vorliegt (vgl. Kapitel 7.1.1), muss berücksichtigt werden, dass ein Instrument, das reliabel ist, nicht automatisch als valide erachtet werden kann, auch wenn dies umgekehrt der Fall ist (Krebs & Menold, 2014, S. 433). Dies bedeutet, dass der vorliegende Reliabilitätskoeffizient alleine noch nicht als Bestätigung dafür zu erachten ist, dass tatsächlich das intendierte Merkmal gemessen werden konnte. Da in der vorliegenden Arbeit die *explorative Faktorenanalyse* und damit kein strukturprüfender Ansatz zur Überprüfung der Konstruktvalidität befolgt wurde, sind nur bedingt Aussagen zur Validität des Konstrukts möglich. Denn die Kriterien zur Beurteilung reflektiver Messmodelle der ersten Generation (vgl. Kapitel 6.5) ermöglichen kein Schätzen expliziter Messfehler und kein inferenzstatistisches Prüfen von Modellparametern, weshalb sie in einer Folgeuntersuchung im Sinne einer konfirmatorischen Faktorenanalyse (CFA) um die Gütekriterien der zweiten Generation ergänzt werden müssten (Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 129). Verbunden mit der explorativen Vorgehensweise zur Ermittlung der Fünf-Faktoren-Lösung können zufällige Ladungsmuster nicht ausgeschlossen werden, weshalb das entwickelte Instrument in einer Replikation der Untersuchung mit einer neuen Stichprobe – allenfalls unter Einbezug zusätzlicher Items – mittels einer CFA empirisch abzusichern wäre (Bortz & Schuster, 2010, S. 422; Moosbrugger & Schermelleh-Engel, 2012, S. 338). Eine mögliche Erklärung für die teilweise hohen Nebenladungen der ermittelten Faktorenlösung (vgl. Kapitel 7.3) ist die Überlegung, dass bestimmte Items – insbesondere solche mit geschlossenem Format – mehrere Themenbereiche erfragen. Allerdings bleibt es auch hier bei vagen Vermutungen, die der künftigen empirischen Absicherung bedürfen.

Ein Hinweis darauf, dass das Gesamtinstrument dennoch als *konstruktvalide* zu erachten ist, findet sich in der empirischen Bestätigung der zwei (H2a und H2b) von insgesamt drei Hypothesen (Bortz & Döring, 2006, S. 201; vgl. Kapitel 7.4). Das entwickelte Instrument enthält verschiedene Frageformate (8 Items mit gebundenem Itemformat und 11 offene Items), die jeweils mit unterschiedlichen Vor- und Nachteilen einhergehen und Einfluss auf die Güte des Instruments haben können (vgl. Kapitel 6.3.1, S. 140).

Konsequenzen im Hinblick auf das entwickelte Instrument

Die Ergebnisse der Untersuchung lassen in ihrer Gesamtheit annehmen, dass sich *offene Items* besser zur Messung des MPW von SHP eignen als Items mit gebundenem Aufgabenformat. Dies deckt sich mit bisherigen Erkenntnissen, die ebenfalls von reliableren und valideren Daten bei offenen Itemformaten ausgehen (Züll & Menold, 2014, S. 714). Auch die Michigan-Gruppe (Ball et al., 2005, S. 396) hinterfragt Items mit Multiple-Choice-Format kritisch, indem sie die Annahme äussert, dass bei solchen Items die Möglichkeit besteht, dass die Antwort dem betreffenden Item quasi entnommen werden kann bzw. durch dessen Inhalt „vermittelt" wird. Offene Items weisen zudem öfter engere Zusammenhänge auf als geschlossene Items (vgl. Kapitel 7.3.1, S. 180), wobei entsprechend der hier gewählten Analyseform berücksichtigt werden muss, dass aufgrund des explorativen Charakters der Strukturuntersuchung die Generalisierbarkeit der Ergebnisse nicht angestrebt wurde, sondern die berichteten Signifikanztests zur ermittelten Korrelationsmatrix lediglich als Beschreibungsgrundlage für das entwickelte Befragungsinstrument dienten.

Überlegungen zur gewählten Codierweise

Ungeachtet des jeweiligen Itemformats muss im Hinblick auf die eingesetzte trichotome Codierung (0-1-2) beachtet werden, dass die verwendete Beurteilungsskala zwar wie eine Intervallskala genutzt werden kann, jedoch streng genommen eine Ordinalskalierung darstellt (Jonkisz et al., 2012, S. 55). Die Auseinandersetzung mit der Frage, ob die Intervallskalenqualität zwischen den Codierwerten effektiv gleich grosse Leistungsdifferenzen widerspiegeln oder es sich letztlich doch – entsprechend dem Ordinalskalenniveau – um ein Grösser-kleiner-Verhältnis handelt, ist somit unausweichlich (Rasch et al., 2014a, S. 11). Dies kann bei der Ergebnisinterpretation dann zu messtheoretischen Problemen führen, wenn die verschiedenen Codierzahlen nicht auch unterschiedliche Merkmalsausprägungen abbilden (Bortz & Döring, 2006, S. 181). Wie in Kapitel 6.5 beschrieben, wurde aus diesem Grund eine kriterienorientierte Interpretation mittels Codierleitfaden durch zwei Raterinnen im Double-Blind-Verfahren vorgenommen. Die Festlegung eindeutiger Codierungen erwies sich dennoch bei zwei Items

(Item C5 und C7) als herausfordernd. Zudem wurde bei einem Item (C6) neben den vorab festgelegten Kriterien nachträglich auch die Anzahl der Antworten in der Codierung berücksichtigt, um die Qualitätsunterschiede der eingegangenen Antworten besser abzubilden. Die hervorgegangenen Konsequenzen aus diesen und anderen Untersuchungserkenntnissen bezüglich des entwickelten Instruments werden deshalb nachfolgend dargestellt.

Konsequenzen bezüglich der Weiterentwicklung des Befragungsinstruments
Da die Interpretation der explorativen Faktorenanalyse der messtheoretischen Absicherung bedarf, muss die vorliegende geringe Zahl der Variablen auf den Faktoren 3 bis 5 (vgl. Kapitel 7.3.2, S. 183) kritisch begutachtet werden, zumal eine Variablenbesetzung mit zwischen drei und vier Variablen bereits als gering einzuschätzen ist (Bühner, 2011, S. 345). Zur Bedingungsverbesserung bzw. zur Stabilisierung der vorliegenden Fünf-Faktoren-Lösung würde sich deshalb – verbunden mit der Streichung unzureichender Variablen – eine Ergänzung des Itemspools um möglichst reliable und valide Items und/oder eine Vergrösserung des bisherigen Stichprobenumfangs von 135 SHP aufdrängen (ebd.). So wurden in internationalen Vergleichsstudien zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung im Fachbereich Mathematik zuweilen rund doppelt bis viermal so viele Items wie in der vorliegenden Studie (19 kriterienorientierte Items) eingesetzt. Allerdings gehen grössere Itemanzahlen auch mit mehr Bearbeitungszeit und umfassenderen Ressourcen einher und verlangen mitunter andere statistische Herangehensweisen.
Im Ergebniskapitel 7 wurden verschiedene statistische Kennwerte dargestellt, die als Entscheidungsgrundlage für die Streichung bestimmter Items dienen können. So haben beispielsweise die Faktorladungen gezeigt, dass vier Indikatorvariablen (Items C6, L8, L11, C13) nicht eindeutig einem Faktor zugeordnet werden können, da sie Ladungen unter dem Schwellenwert 0.5 aufweisen (vgl. Cleff, 2015, S. 225). Des Weiteren könnte unter Berücksichtigung der theoretischen Inhalte des Befragungsinstruments die Eliminierung von Items, welche die gleichen Facetten eines Konstrukts messen (sogenannte „Modern-Talking-Items“; vgl. Bühner, 2011, S. 340), in Erwägung gezogen werden. Aufgrund der vorliegenden statistischen Auswertungen und der thematischen Inhalte kämen für eine Auswahl aufgrund ihrer „Ähnlichkeit“ allenfalls einzelne Items zu den Arbeitsmitteln und Veranschaulichungen (C16, C17, C18, C19, C20) infrage sowie insbesondere die drei Items mit extrem niedrigen Schwierigkeiten, die das Wissen um die Zahlbegriffsvoraussetzungen erfragen (L15, L21, L22).

Konsequenzen in Bezug auf die entwickelten Items
Unter Berücksichtigung der ermittelten Interrater-Reliabilität (vgl. Kapitel 7.1.1) und der Kennwerte zur Itemanalyse (vgl. Kapitel 7.1.2) wäre der Ausschluss

und/oder die Revision dreier Items (C5 Unendlichkeit N_0, C7 Bedeutung der Null, L14 Aufbau des Zahlbegriffs) in Erwägung zu ziehen. Wie bereits dargelegt, zeigten sich insbesondere bei der Codierung der beiden erstgenannten Items (C5 und C7), verbunden mit der grossen Antwortvielfalt, Schwierigkeiten bei der Festlegung von Bewertungskriterien, weshalb hier die Änderung der Itemart in ein gebundenes bzw. Multiple-Choice-Format – trotz möglicher Nachteile (vgl. Kapitel 6.3.1, S. 140) – in Erwägung zu ziehen wäre. Ob der betreffende Wissensinhalt tatsächlich reliabler und valider unter Verwendung von geschlossenen Itemformaten und/oder revidierten Itemformulierungen erhoben werden kann oder ob letztlich – ausgehend von den neu ermittelten Kennwerten – die konsequente Eliminierung der betreffenden Items anzustreben ist, müsste allerdings mittels einer neuen Untersuchungsstichprobe geprüft werden. Weiter gilt gerade im Hinblick auf Items, die sehr spezifisches Fachwissen erfragen (z. B. zur Unendlichkeit der natürlichen Zahlen und zur Bedeutung der Null beim Zählen von Objekten) zu berücksichtigen, dass vermutlich nicht alle Items gleichermassen handlungsvalide sind bzw. dieselbe Bedeutung für die Unterrichtsqualität besitzen. Allerdings bleibt es hier aufgrund des Forschungsdesiderats hinsichtlich der Handlungsvalidität sonderpädagogischen Professionswissens bei theoretischen Überlegungen.

9.2 Folgerungen, Empfehlungen und Ausblick

Folgerungen für die mathematische Förderung von Kindern mit IB

In Kapitel 4 wurde deutlich, dass intellektuelle Beeinträchtigung ein Phänomen ist, das mit heterogenen Lernvoraussetzungen einhergeht, und dass dementsprechend Schülerinnen und Schüler mit IB einer spezialisierten und individuell ausgerichteten Förderung bedürfen. Ausgehend von den Ergebnissen der qualitativen Inhaltsanalyse (vgl. Kapitel 8.2) kann angenommen werden, dass SHP in der Planung und Umsetzung des Mathematikunterrichts von Kindern mit IB Wert auf einen konstruktiven Umgang mit Heterogenität im Sinne der Individualisierung und Differenzierung legen, indem sie diese als wichtige, aber auch als am meisten herausfordernde Aufgaben einschätzen. Am wichtigsten im Hinblick auf die Schülerschaft mit IB scheint den SHP jedoch das lebenspraktische Lernen zu sein. Dies hängt möglicherweise damit zusammen, dass der (Mathematik-)Unterricht – gerade bei Schülerinnen und Schülern mit IB – als direkte Vorbereitung auf den Umgang mit Alltagssituationen erachtet wird und deshalb der Lebensweltbezug, wie beispielsweise von Browder et al. (2008) beschrieben, als „effektiv" eingestuft wird. Allerdings sprechen die Erkenntnisse zur numerischen Entwicklung (vgl. Kapitel 4.2) für einen Mathematikunterricht, der ausgehend von der Förderung der Basisfertigkeiten Einsicht in Zahl-Anzahl-Relationen ermöglicht, um auf dieser Grundlage auch komplexere mathematische Themen (wie z. B. den Umgang mit Geld) erarbeiten zu können. Diese Sichtweise geht mit dem Verständnis einher, dass mathematisches Lernen in erster Linie Mengen- und Zahlenwissen sowie die Einsicht in Zahl-Grössen-Verknüpfungen voraussetzt (vgl. Krajewski & Ennemoser, 2013). Der Fokus des Anfangsunterrichts für Kinder mit und ohne besonderen Bildungsbedarf sollte sich daher im Rahmen eines ganzheitlichen Zahlenraumzugangs einerseits an zentralen mathematischen Vorläuferfertigkeiten orientieren und andererseits eine aktiv-entdeckende Auseinandersetzung mit mathematischen (Alltags-)Problemen ermöglichen (vgl. Moser Opitz, 2008). Konzepte, die den pränumerischen Bereich als Voraussetzung für das Rechnen und/oder das zählende Bearbeiten von Rechenaufgaben betonen, werden diesem Anspruch nicht gerecht (vgl. Garrote et al., 2015).

Folgerungen für die Aus- und Weiterbildung von SHP in der Schweiz

Im Hinblick auf die Förderung von Lernenden mit und ohne IB ist wichtig, dass SHP die Kriterien zur Eignungseinschätzung von Unterrichtsmaterialien und -konzepten kennen, um bei der Auswahl von Unterrichtsmaterialien darauf zurückgreifen zu können. Ausgehend von den Ergebnissen, die zeigen, dass im Hinblick auf aktuelle Erkenntnisse zur Zahlbegriffsentwicklung – insbesondere zur fachlichen Einschätzung von Arbeitsmitteln und Veranschaulichungen – noch Lücken vorhanden zu sein scheinen, stellt sich die Frage, wie diese Grundlagen den SHP zugänglich gemacht werden können. Gerade in der Romandie sind aktuellere Konzepte und Modelle zur Zahlbegriffsentwicklung kaum bekannt (vgl. Kapitel 8.4) und es gilt zu überlegen, wie diese in die Aus- und Weiterbildung von SHP der französischsprachigen Schweiz integriert werden könnten, zumal Teile des Skills-Integration-Modells bereits auf Französisch vorliegen (vgl. Fayol, 2012). Dies macht deutlich, dass die Erfassung professionellen Wissens nicht nur der Bildungsforschung dient, sondern auch für die Formulierung von Folgerungen und Empfehlungen bezüglich der Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen genutzt werden kann (vgl. Kunter & Klusmann, 2010). Die Ergebnisse zeigen weiter, dass insbesondere Studierende der Schulischen Heilpädagogik über professionelles Wissen verfügen, das dem aktuellen Forschungsstand (vgl. Kapitel 4) entspricht.

Damit verbunden ist unerlässlich, dass sonderpädagogische Fachpersonen über aktuelle Erkenntnisse zur numerischen Entwicklung von Lernenden mit und ohne besonderen Bildungsbedarf verfügen und zudem beurteilen können, welche Unterrichtsinhalte und -materialien sich aus fachlichen Gründen für die Förderung im Mathematikunterricht eignen. Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse lassen vermuten, dass insbesondere bei SHP, die schon länger im Beruf tätig sind, sowie bei Personen, die eine andere oder keine (heil-)pädagogische Ausbildung vorweisen, in diesem Bereich Nachholbedarf besteht. Verbunden mit der Überprüfung der Forschungshypothesen stellt sich deshalb die Frage, wie und in welcher Form sonderpädagogische Fachpersonen, deren Ausbildung schon länger zurückliegt, zugunsten der Vermittlung bzw. Auffrischung zentraler Wissenskomponenten zum Mathematikunterricht von Kindern und Jugendlichen mit und ohne IB erreicht werden könnten. Damit verbunden müsste zudem überprüft werden, inwiefern es sinnvoll und machbar wäre, diese Inhalte in der sonderpädagogischen Fort- und Weiterbildung zu thematisieren und somit nicht nur Fachpersonen zugänglich zu machen, deren Ausbildung bereits länger zurückliegt, sondern auch jenen Personen, die lediglich in der Funktion als SHP ohne eine umfassende Ausbildung in Schulischer Heilpädagogik tätig sind.

Ausblick

Wie die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung gezeigt haben, verfügen sonderpädagogische Fachpersonen mit unterschiedlichen Ausbildungshintergründen über ein verschieden stark ausgeprägtes mathematikspezifisches Professionswissen. Insbesondere Studierende erzielen im Vergleich zu Berufsleuten mit abgeschlossener Ausbildung in Schulischer Heilpädagogik sowie zu Personen mit anderer oder fehlender (heil-)pädagogischer Ausbildung signifikant bessere Leistungen. Weiter fungiert das noch nicht abgeschlossene Studium in Schulischer Heilpädagogik als signifikanter Prädiktor für das professionelle Wissen hinsichtlich der Mathematikförderung von Lernenden mit IB. Eingangs dieses Kapitels wurden bereits verschiedene Gründe zur Erklärung dieser Leistungsunterschiede aufgeführt, wobei diese in künftigen Forschungsarbeiten noch weiter überprüft werden müssten.

Im Zusammenhang mit der Wirkung institutioneller Ausbildungen ist ferner von Interesse, *was* angehenden SHP zum Thema Mathematikförderung vermittelt worden ist, zumal nicht ausgeschlossen werden kann, dass mitunter inhaltliche aber auch qualitative Unterschiede zwischen den Institutionen bestehen. Diese Informationslücke wird zuweilen auch in der Forschung zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung beklagt (Blömeke, Suhl et al., 2010, S. 30). Um die Ergebnisse (z. B. zur Vermittlung mathematischer Entwicklungsmodelle) abzusichern, bräuchte es demnach weiterführende Informationen von den Institutionen bzw. den ausbildenden Personen.

Die Auseinandersetzung mit professionellen Kompetenzen von Lehrpersonen kann nicht ungeachtet des eigentlichen Zwecks der Qualitätsfrage – der bestmöglichen Lernentwicklung der Schülerinnen und Schüler – erfolgen. Diesbezüglich besteht gerade im sonderpädagogischen Förderkontext grosser Forschungsbedarf.

Damit verbunden interessiert beispielsweise, welchen Einfluss das Professionswissen der sonderpädagogischen Fachpersonen auf die Unterrichtsqualität und letztlich auf die Lernleistung der Schülerinnen und Schüler hat und wie sich dieses im Kontext von Schultätigkeit, Weiterbildung und zunehmender Berufserfahrung entwickelt. Weiter muss berücksichtigt werden, dass erfolgreiches Unterrichten nicht alleine auf dem fachlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Professionswissen basiert, sondern umfassende Handlungskompetenzen voraussetzt (vgl. Bromme, 1992; Terhart, 2011). In der vorliegenden Untersuchung lag der Fokus auf dem mathematikspezifischen Professionswissen, im Bewusstsein der Tatsache, dass dieses nur einen Teil der professionellen Kompetenz von SHP repräsentiert. Im Hinblick auf das situative, kontextgebundene und unmittelbare unterrichtliche Handeln (Oser et al., 2010, S. 6) stellt insbesondere die Auseinandersetzung mit prozeduralen Wissensfacetten wie z. B. durch die Untersuchung der aktionsbezogenen Kompetenz mittels Videovignetten (vgl. Knievel & Heinze, 2012; Lindmeier et al., 2013) eine notwendige, wenn auch herausfordernde Ergänzung dar (vgl. Buchholtz et al., 2014, S. 125). Diesbezüglich wie auch hinsichtlich der Wirkung des professionellen Wissens von SHP auf die Lernleistungen der Schülerinnen und Schüler mit IB besteht nach wie vor grosser Forschungsbedarf.

10 Verzeichnisse

10.1 Abbildungen

Abbildung 1: Integratives und transformatives Modell von PCK nach Dollny (2011, S. 26) 28
Abbildung 2: Zusammenhang der Konzeptualisierungen von Shulman (1987) und Ball et al. (2008) 31
Abbildung 3: Modell professioneller Kompetenz von Lehrpersonen nach Blömeke (2013).........36
Abbildung 4: Spezifikationen des Professionswissens im COACTIV-Modell (Brunner et al., 2011).......37
Abbildung 5: Wirkkette der schulischen Bildung in Anlehnung an Vogelsang (2014).................39
Abbildung 6: Vereinfachtes Angebots-Nutzungs-Modell nach Lipowsky (2006).........................40
Abbildung 7: Cluster sonderpädagogischer Berufsanforderungen (Moser & Kropp 2014) 56
Abbildung 8: Strukturelle Bereiche der sonderpädagogischen Förderung nach Wember (2009)..61
Abbildung 9: Entwicklungsmodell der Zahl-Grössen-Verknüpfung (Krajewski & Ennemoser 2013).......82
Abbildung 10: Einflussfaktoren der Mathematikleistung nach Krajewski (2005) 85
Abbildung 11: Haus der Mathematik nach de Vries (2014) 89
Abbildung 12: Lernstrukturgitter nach Kutzer (1999).......90
Abbildung 13: Numerische Kompetenzen von Lernenden mit IB (Garrote 2015) 97
Abbildung 14: Zielgeflecht der Bildung von Lernenden mit IB in Anlehnung an Speck (2012)...100
Abbildung 15: Interaktions- und Kommunikationsfeld Mathematikunterricht (Werner 1999) 103
Abbildung 16: Dienes-Material (Quelle: http://www.pastorini.ch).......119
Abbildung 17: Kieler Zahlenbilder (Quelle: http://www.aczes.de).......119
Abbildung 18: Rechenschiffchen (Fotografie d. Verf.).......120
Abbildung 19: Abaco (Quelle: http://www.pastorini.ch) 120
Abbildung 20: Hunderterkette (Fotografie d. Verf.) 120
Abbildung 21: Cuisenaire-Stäbchen (Quelle: http://www.pastorini.ch).......121
Abbildung 22: Kutzer-Zug (Quelle: http://www.kutzer-verlag.de).......121
Abbildung 23: Ausschnitt aus TouchMath (Quelle: http://www.touchmath.com).......................121
Abbildung 24: Aspekte des mathematikspezifischen Professionswissens von SHP 128
Abbildung 25: Untersuchungsplan mit Arbeitsschritten 136
Abbildung 26: Beispielitem „Hilfestellung Zählen“ (Item C6/FB5).......145
Abbildung 27: Beispielitem „Pränumerik: Seriation“ (Item C21/FB17) 146
Abbildung 28: Ausbildungshintergrund in der Gesamtstichprobe 153
Abbildung 29: Ausbildungshintergründe der über ihren Arbeitsort rekrutierten Befragten 154
Abbildung 30: Unterschiedliche Ausbildungen der Befragten vor dem Hintergrund der Altersgruppen 156
Abbildung 31: Leistung der Probandinnen und Probanden in fünf Gruppen 168
Abbildung 32: Kriterienorientierte Items nach Lösungswahrscheinlichkeit geordnet 169

Abbildung 33: Häufigkeiten der als wichtig eingeschätzten Zahlbegriffsvoraussetzungen (Item L14) 171
Abbildung 34: Häufigkeiten der als wichtig eingeschätzten Operationsvoraussetzungen (Item L8) 172
Abbildung 35: Ausschnitt aus dem Item „Teil-Ganzes“ L23/FB19 (Häsel-Weide et al., 2013) .173
Abbildung 36: Häufigkeiten hinsichtlich der mit „ja“ angegebenen Förderaspekte (Item 23) 173
Abbildung 37: Häufigkeiten der Zustimmungen zu Konzeptionen des MU (Item L11) 174
Abbildung 38: Vergleich der relativen Leistung (MPW) der drei Ausbildungsgruppen 187
Abbildung 39: Anzahl Nennungen pro Sammelkategorie (≥ 10 NE) in Prozent 211
Abbildung 40: Bekanntheitsgrad der Förderprogramme in beiden Sprachregionen 214
Abbildung 41: Absolute Häufigkeit der Vermittlung mathematischer Entwicklungsmodelle....217
Abbildung 42: Screeplot als Bestimmungsmass der Faktorenanzahl 264

10.2 Tabellen

Tabelle 1: Internationale Klassifikation psychischer Störungen in der ICD-10 (DIMDI, 2013).........68
Tabelle 2: Unterscheidung der Schweregrade von intellektueller Beeinträchtigung nach APA ...69
Tabelle 3: Übersicht aller Items und bezwecktes Erhebungsziel...139
Tabelle 4: Itementwicklung und Berücksichtigung verschiedener Wissensdimensionen 143
Tabelle 5: Zusammensetzung der realisierten Stichprobe nach Rekrutierungsstelle..................150
Tabelle 6: Merkmale zur Stichprobenbeschreibung 151
Tabelle 7: Zusammensetzung der drei Ausbildungsgruppen bzgl. Sprache und Geschlecht 155
Tabelle 8: Berufserfahrung seit Abschluss der Ausbildung in SHP (Diplom/MA SHP) 157
Tabelle 9: Gewählte statistische Methoden im Untersuchungsprozess der Forschungsfrage F1 159
Tabelle 10: Statistische Kennwerte als Grundlage für die Itemanalyse......................................166
Tabelle 11: Zentrale Kriterien zur Voraussetzungsprüfung der EFA 177
Tabelle 12: Ausschnitt aus dem Output zur erklärten Gesamtvarianz der extrahierten Faktoren178
Tabelle 13: Rotierte Fünf-Faktoren-Lösung als Ergebnis der EFA 179
Tabelle 14: Häufigkeit der signifikanten Korrelationen pro Item...181
Tabelle 15: Verortung der Items im ermittelten Fünf-Faktoren-Modell.....................................184
Tabelle 16: ANOVA und Post-hoc-Tests (Scheffé): Leistungsunterschiede der Ausbildungsgruppen 188
Tabelle 17: ANOVA und Post-hoc-Tests: Leistungsunterschiede aller Altersgruppen...............189
Tabelle 18: Regression: Einfluss der Ausbildung und anderer Faktoren auf das MPW.............191
Tabelle 19: Zusammenfassung der Ergebnisse der Hypothesenprüfung (H2a, H2b und H2c) ...196
Tabelle 20: Wichtige und herausfordernde Aspekte: Anzahl Nennungen pro Bereich und Frage...201
Tabelle 21: Bekanntheitsgrad der erfragten Förderprogramme nach Sprachregion in Personenanzahl...215
Tabelle 22: Wichtige und herausfordernde Elemente des Mathematikunterrichts von Kindern mit IB...219
Tabelle 23: Kappa als Mass für die Interrater-Reliabilität bei Items mit offenem Format..........264
Tabelle 24: Korrelationsmatrix basierend auf Korrelation nach Spearman................................265

10.3 Literatur

Abdelahmeed, H. (2007). Do children with down syndrome have difficulty in counting and why? *International Journal of Special Education, 22* (2), 129-139.

Aebli, H. (2006). *Zwölf Grundformen des Lehrens. Eine Allgemeine Didaktik auf psychologischer Grundlage. Medien und Inhalte didaktischer Kommunikation, der Lernzyklus* (13. Aufl.). Stuttgart: Klett-Cotta.

Aeschbach, K. (1997). *Erstes Rechnen von 1-10*. Feldbrunnen: Heilpädagogischer Lehrmittel-Verlag.

Ahn, S., & Choi, J. (2004). *Teachers' subject matter knowledge as a teacher qualification: A synthesis of the quantitative literature on students' mathematics achievement*. Paper presented at the American Educational Research Association, San Diego.

Alisch, L.-M., Hermkes, R., & Möbius, K. (2009). Messen von Lehrprofessionalität I: Grundlagen. In Zlatkin-Troitschanskaia, O., Beck, K., Sembill, D., Nickolaus, R. & Mulder, R. (Hrsg.), *Lehrprofessionalität. Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung* (S. 249-262). Weinheim: Beltz.

Allemann-Ghionda, C., & Terhart, E. (2006). Kompetenzen und Kompetenzentwicklung von Lehrerinnen und Lehrern. Ausbildung und Beruf. *Zeitschrift für Pädagogik, Beiheift, 51*, 7-11.

Amelang, M., & Schmidt-Atzert, L. (2006). *Psychologische Diagnostik und Intervention* (4. Aufl.). Berlin: Springer.

American Psychiatric Association. (2013a). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5* (5. Aufl.). Arlington, Va.: American Psychiatric Association.

American Psychiatric Association. (2013b). *Intellectual disability. DSM-5 intellectual disability fact sheet*. Arlington, Va.: American Psychiatric Association.

Anderegg, R., Jungclaus, U., Loop-Gabathuler, S., & Siegenthaler, U. (2009). *Logisch: Mathematik-Lehrmittel für die 1. Klasse*. Rorschach: Lehrmittelverlag St. Gallen.

Antor, G., & Bleidick, U. (2001). Bildung, Bildungsrecht. In Antor, G. & Bleidick, U. (Hrsg.), *Handlexikon der Behindertenpädagogik. Schlüsselbegriffe aus Theorie und Praxis* (S. 6-14). Stuttgart: Kohlhammer.

Atkinson, R. (2006). *Numicon: Bilder – Ziffern – Worte. Kinderleichtes Rechnenlernen*. Troisdorf: Bildungsverlag Eins.

Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M.-K., & Nurmi, J.-E. (2004). Developmental dynamics of math performance from preschool to grade 2. *Journal of Educational Psychology, 96* (4), 699-713.

Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., & Weiber, R. (2011). *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung* (13. Aufl.). Berlin: Springer.

Ball, D. L., Hill, H. C., & Bass, H. (2005). Knowing mathematics for teaching: Who knows mathematics well enough to teach third grade, and how can we decide? *American Educator, 29* (1), 14-46.

Ball, D. L., Thames, H. M., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching. What makes it special? *Journal of Teacher Education, 59* (5), 389-407.

Baroody, A. J. (1986). Counting ability of moderately and mildly handicapped children. *Education and Training of Mentally Retarded, 21* (4), 289-300.

Baroody, A. J. (1988). Number-comparison learning by children classified as mentally retarded. *American Journal of Mental Retardation, 92* (5), 461-471.

Baroody, A. J. (1999). The development of basic counting, number, and arithmetic knowledge among children classified as mentally handicapped. In Glidden, L. M. (Hrsg.), *International Review of Research in Mental Retardation* (Bd. 22, S. 51-103). San Diego: Academic Press.

Baroody, A. J., Lai, M.-l., & Mix, K. S. (2006). The development of young children's early number and operation sense and its implications for early childhood education. In Spodek, B.

& Saracho, O. N. (Hrsg.), *Handbook of research on the education of young children* (S. 187-221). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Bashash, L., Outhred, L., & Bochner, S. (2003). Counting skills and number concepts of students with moderate intellectual disabilities. *International Journal of Disability, Development and Education, 50* (3), 325-345.

Bathe, S., Boller, S., & Kemper, A. (2010). Innere Differenzierung – auch in der Sekundarstufe II. In Boller, S. & Lau, R. (Hrsg.), *Innere Differenzierung in der Sekundarstufe II. Ein Praxishandbuch für Lehrer/innen* (S. 14-24). Weinheim: Beltz.

Bauer, R., & Maurach, J. (2014). *Einstern: Mathematik für Grundschulkinder. Mathematikwerk für offenes Arbeiten. Themenhefte 1-6*. Berlin: Cornelsen.

Baumert, J., & Köller, O. (2000). Unterrichtsgestaltung, verständnisvolles Lernen und multiple Zielerreichung im Mathematik- und Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. In Baumert, J., Bos, W. & Lehmann, R. (Hrsg.), *TIMSS/III : Dritte internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie. Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn.* (Bd. 2, S. 271-315). Opladen: Leske + Budrich.

Baumert, J., & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 9* (4), 469-520.

Baumert, J., & Kunter, M. (2011a). Das Kompetenzmodell von COACTIV. In Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S. & Neubrand, M. (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 29-53). Münster: Waxmann.

Baumert, J., & Kunter, M. (2011b). Das mathematikspezifische Wissen von Lehrkräften, kognitive Aktivierung im Unterricht und Lernfortschritte von Schülerinnen und Schülern. In Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S. & Neubrand, M. (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 163-192). Münster: Waxmann.

Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., et al. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal, 47* (1), 133-180.

Baur, N., & Blasius, J. (2014). Methoden der empirischen Sozialforschung. In Baur, N. & Blasius, J. (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 41-62). Wiesbaden: Springer VS.

Bausch, I. (2015). *Mathematikdidaktisches Wissen mit TELPS erfassen und fördern. Ein Instrument zur Unterstützung der Kompetenzdiagnose im Lehramtsstudiengang*. Wiesbaden: Springer. – Zugleich: Dissertation, Technische Universität Darmstadt, 2014.

Beck, K. (2009). Strategien empirischer Forschung zur Professionalität von Lehrpersonen. In Zlatkin-Troitschanskaia, O., Beck, K., Sembill, D., Nickolaus, R. & Mulder, R. (Hrsg.), *Lehrprofessionalität. Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung* (S. 237-247). Weinheim: Beltz.

Bednarz, N., & Proulx, J. (2009). Knowing and using mathematics in teaching: Conceptual and epistemological clarifications. *For the Learning of Mathematics, 29* (3), 133-180.

Benz, C., Peter-Koop, A., & Grüßing, M. (2015). *Frühe mathematische Bildung. Mathematiklernen der Drei- bis Achtjährigen*. Berlin: Springer Spektrum.

Berliner, D. C. (1995). Teacher expertise. In Anderson, L. W. (Hrsg.), *International encyclopedia of teaching and teacher education* (2. Aufl., S. 46-52). Oxford: Pergamon.

Berliner, D. C. (2004). Describing the behavior and documenting the accomplishments of expert teachers. *Bulletin of Science, Technology & Society, 24* (3), 200-212.

Berliner, D. C. (2005). The near impossibility of testing for teacher quality. *Journal of Teacher Education, 56* (3), 205-213.

Bernhard, S., & Coradi, U. (2005). Das Berufsbild für die Schulische Heilpädagogin und den Schulischen Heilpädagogen. Fachpersonen für Heterogenität und Integration. *Schweizerische Zeitschrift für Heilpädagogik, 11* (1), 21-26.

Berufs-, Fach- und Fortbildungsschule Bern (2009). Jahresbericht 2008/09. Abgerufen am 11.02.2015, von http://www.bffbern.ch/images/content/dokumente/01_bff_allgemein/jahresberichte/bff_jahresbericht_2008_09.pdf

Berufs-, Fach- und Fortbildungsschule Bern (2010). Jahresbericht 2009/10. Abgerufen am 11.02.2015, von http://www.bffbern.ch/images/content/dokumente/01_bff_allgemein/jahresberichte/bff_jahresbericht_2009_10.pdf

Besser, M., & Krauss, S. (2009). Zur Professionalität als Expertise. In Zlatkin-Troitschanskaia, O., Beck, K., Sembill, D., Nickolaus, R. & Mulder, R. (Hrsg.), *Lehrprofessionalität. Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung* (S. 71-82). Weinheim: Beltz.

Bezzola, S. (2005). *Ordner für Kleinklassen und Integrative Schulungsformen (KKL). Lernstandsdiagnose in OS-Kleinklassen*. Basel-Stadt: Erziehungsdepartement des Kantons Basel-Stadt.

Bibliographisches Institut. (2015). Duden. Die deutsche Rechtschreibung: Online. Abgerufen am 30.05.2015, von http://www.duden.de/rechtschreibung/professionell

Biehler, R., & Leuders, T. (2014). Kompetenzmodellierungen für den Mathematikunterricht – Eine Zwischenbilanz aus Sicht der Mathematikdidaktik. *Journal für Mathematik-Didaktik, 35* (1), 1-5.

Biewer, G. (1992). *Montessori-Pädagogik mit geistig behinderten Schülern*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Billingsley, B. S. (2004). Special education teacher retention and attrition. A critical analysis of the research literature. *The Journal of Special Education, 38* (1), 39-55.

Bleidick, U., & Heckel, G. (1970). *Praktisches Lehrbuch des Unterrichts in der Hilfsschule (Lernbehindertenschule)* (2. Aufl.). Berlin: Marhold.

Bless, G. (2007). *Zur Wirksamkeit der Integration. Forschungsüberblick, praktische Umsetzung einer integrativen Schulform, Untersuchungen zum Lernfortschritt* (3. Aufl., Bd. 18). Bern: Haupt.

Blömeke, S. (2011). Zum Verhältnis von Fachwissen und unterrichtsbezogenen Überzeugungen bei Lehrkräften im internationalen Vergleich. In Zlatkin-Troitschanskaia, O. (Hrsg.), *Stationen Empirischer Bildungsforschung. Traditionslinien und Perspektiven* (S. 395-411). Wiesbaden: Springer VS.

Blömeke, S. (2013). Moving to a higher state of confusion. Der Beitrag der Videoforschung zur Kompetenzforschung. In Riegel, U. & Macha, K. (Hrsg.), *Videobasierte Kompetenzforschung in den Fachdidaktiken* (S. 25-43). Münster: Waxmann.

Blömeke, S., Buchholtz, C., & Hacke, S. (2011). Demographischer Hintergrund und Berufsmotivation angehender Primarstufenlehrkräfte im internationalen Vergleich. In Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S. & Neubrand, M. (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 131-168). Münster: Waxmann.

Blömeke, S., Felbrich, A., & Müller, C. (2008). Erziehungswissenschaftliches Wissen am Ende der Lehrerausbildung. In Blömeke, S., Kaiser, G. & Lehmann, R. (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer. Wissen, Überzeugungen und Lerngelegenheiten deutscher Mathematikstudierender und -referendare. Erste Ergebnisse zur Wirksamkeit der Lehrerausbildung* (S. 195-218). Münster: Waxmann.

Blömeke, S., Felbrich, A., Müller, C., Kaiser, G., & Lehmann, R. (2008). Effectiveness of teacher education. State of research, measurement issues and consequences for future studies. *ZDM Mathematics Education, 40* (5), 719-734.

Blömeke, S., Kaiser, G., Döhrmann, M., Suhl, U., & Lehmann, R. (2010). Mathematisches und mathematikdidaktisches Wissen angehender Primarstufenlehrkräfte im internationalen Vergleich. In Blömeke, S., Kaiser, G. & Lehmann, R. (Hrsg.), *TEDS-M 2008. Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten angehender Primarstufenlehrkräfte im internati-*

onalen Vergleich (S. 195-251). Münster: Waxmann.
Blömeke, S., Kaiser, G., & Lehmann, R. (2011). Messung professioneller Kompetenz angehender Lehrkräfte: "Mathematics Teaching in the 21st Century" und die IEA-Studie TEDS-M. In Bayrhuber, H., Harms, U., Muszynski, B., Ralle, B., Rothgangel, M., Schön, L.-H., Vollmer, H. J. & Weigand, H.-G. (Hrsg.), *Empirische Fundierung in den Fachdidaktiken* (S. 9-26). Münster: Waxmann.
Blömeke, S., Kaiser, G., & Lehmann, R. (Hrsg.). (2010). *TEDS-M 2008. Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten angehender Primarstufenlehrkräfte im internationalen Vergleich*. Münster: Waxmann.
Blömeke, S., Kaiser, G., Lehmann, R., König, J., Döhrmann, M., Buchholtz, C., et al. (2009). TEDS-M: Messung von Lehrerkompetenzen im internationalen Vergleich. In Zlatkin-Troitschanskaia, O., Beck, K., Sembill, D., Nickolaus, R. & Mulder, R. (Hrsg.), *Lehrprofessionalität. Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung* (S. 181-209). Weinheim: Beltz.
Blömeke, S., Lehmann, R., Seeber, S., Schwarz, B., Kaiser, G., Felbrich, A., et al. (2008). Niveau- und institutionsbezogene Modellierungen des fachbezogenen Wissens. In Blömeke, S., Kaiser, G. & Lehmann, R. (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer. Wissen, Überzeugungen und Lerngelegenheiten deutscher Mathematikstudierender und -referendare. Erste Ergebnisse zur Wirksamkeit der Lehrerausbildung* (S. 105-134). Münster: Waxmann.
Blömeke, S., Suhl, U., Kaiser, G., Felbrich, A., Schmotz, C., & Lehmann, R. (2010). Lerngelegenheiten und Kompetenzerwerb angehender Mathematiklehrkräfte im internationalen Vergleich. *Unterrichtswissenschaft, 38* (1), 29-50.
Blum, W., Borromeo Ferri, R., Knippig, C., & Maaß, K. (2012). Gabriele Kaisers wissenschaftliches Werk. In Blum, W., Borromeo Ferri, R. & Maaß, K. (Hrsg.), *Mathematikunterricht im Kontext von Realität, Kultur und Lehrerprofessionalität* (S. 1-15). Wiesbaden: Springer Spektrum.
Böhm-Kasper, O., & Weishaupt, H. (2008). Quantitative Ansätze und Methoden in der Schulforschung. In Helsper, W. & Böhme, J. (Hrsg.), *Handbuch der Schulforschung* (2. Aufl., S. 91-123). Wiesbaden: Springer VS.
Bohnenblust, R. (1994). *Im Zahlenraum bis 10*. Feldbrunnen: Heilpädagogischer Lehrmittel-Verlag.
Bortz, J., & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler* (4. Aufl.). Heidelberg: Springer.
Bortz, J., & Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (7. Aufl.). Berlin: Springer.
Brainerd, C. J. (1973). The origins of number concepts. *Scientific American, 228* (3), 101-109.
Brainerd, C. J. (1979). *The origins of the number concept*. New York: Praeger.
Brankaer, C., Ghesquière, P., & De Smedt, B. (2011). Numerical magnitude processing in children with mild intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities, 32* (6), 2853-2859.
Brankaer, C., Ghesquière, P., & De Smedt, B. (2013). The development of numerical magnitude processing and its association with working memory in children with mild intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities, 34*, 3361-3371.
Bromme, R. (1992). *Der Lehrer als Experte. Zur Psychologie des professionellen Wissens*. Bern: Huber.
Bromme, R. (1995). What exactly is pedagogical content knowledge? Critical remarks regarding a fruitful research program. In Hopmann, S. & Riquarts, K. (Hrsg.), *IPN Schriftenreihe* (S. 205-216). Kiel: IPN.
Bromme, R., & Haag, L. (2008). Forschung zur Lehrerpersönlichkeit. In Helsper, W. & Böhme, J. (Hrsg.), *Handbuch der Schulforschung* (2. Aufl., S. 803-819). Wiesbaden: Springer VS.
Brosius, F. (2008). *SPSS 16. Das mitp-Standardwerk*. Heidelberg: mitp.

Browder, D. M., Spooner, F., Ahlgrim-Delzell, L., Harris, A. A., & Wakeman, S. (2008). A meta-analysis on teaching mathematics to students with significant cognitive disabilities. *Exceptional Children, 74* (4), 407-432.

Brownell, M. T., Ross, D. D., Colón, E. P., & McCallum, C. L. (2005). Critical features of special education teacher preparation: A comparison with general teacher education. *The Journal of Special Education, 38* (4), 242-252.

Bruder, R., Hefendehl-Hebeker, L., Schmidt-Thieme, B., & Weigand, H.-G. (Hrsg.). (2015). *Handbuch der Mathematikdidaktik* . Wiesbaden: Springer Spektrum.

Bruder, R., Linneweber-Lammerskitten, H., & Reibold, J. (2015). Individualisieren und differenzieren. In Bruder, R., Hefendehl-Hebeker, L., Schmidt-Thieme, B. & Weigand, H.-G. (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 513-534). Wiesbaden: Springer Spektrum.

Bruner, J. S. (1974). *Entwurf einer Unterrichtstheorie*. Berlin: Berlin-Verlag.

Brunner, M., Anders, Y., Hachfeld, A., & Krauss, S. (2011). Diagnostische Fähigkeiten von Mathematiklehrkräften. In Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S. & Neubrand, M. (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 215-234). Münster: Waxmann.

Brunner, M., Kunter, M., Krauss, S., Klusmann, U., Baumert, J., Blum, W., et al. (2006). Die professionelle Kompetenz von Mathematiklehrkräften: Konzeptualisierung, Erfassung und Bedeutung für den Unterricht. Eine Zwischenbilanz des COACTIV-Projekts. In Prenzel, M. & Allolio-Näcke, L. (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms* (S. 54-82). Münster: Waxmann.

Buchholtz, N., Kaiser, G., & Blömeke, S. (2014). Die Erhebung mathematikdidaktischen Wissens – Konzeptualisierung einer komplexen Domäne. *Journal für Mathematik-Didaktik, 35* (1), 101-128.

Bühner, M. (2011). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion* (3. Aufl.). München: Pearson.

Bullock, J. K. (2002). *TouchMath: The touchpoint approach for teaching basic math computation* (4. Aufl.). Colorado Springs: Innovative Learning Concepts.

Bundesamt für Statistik. (2014). Internationale Klassifikation der Krankheiten (ICD-10). Abgerufen am 10.09.2014, von http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/nomenklaturen/blank/blank/cim10/02/04.html

Bundschuh, K. (2010). *Einführung in die sonderpädagogische Diagnostik* (7. Aufl.). München: Reinhardt.

Burns, M. K., & Ysseldyke, J. E. (2009). Reported prevalence of evidence-based instructional practices in special education. *The Journal of Special Education, 43* (1), 3-11.

Caffrey, E., & Fuchs, D. (2007). Differences in performance between students with learning disabilities and mild mental retardation: Implications for categorial instruction. *Learning Disabilities Research & Practice, 22* (2), 119-128.

Carrasumada, S., Vendrell, R., Ribera, G., & Montserrat, M. (2006). Cognitive processes related to counting in students with special educational needs. *European Journal of Special Needs Education, 21* (2), 135-150.

Chung, K. K. H., & Tam, Y. H. (2005). Effects of cognitive-based instruction on mathematical problem solving by learners with mild intellectual disabilities. *Journal of Intellectual & Developmental Disability, 30* (4), 207-216.

Cleff, T. (2015). *Deskriptive Statistik und Explorative Datenanalyse. Eine computergestützte Einführung mit Excel, SPSS und STATA* (3. Aufl.). Wiesbaden: Springer Gabler.

Clements, D. H. (1984). Training effects on the development and generalization of piagetian logical operations and knowledge of number. *Journal of Educational Psychology, 76* (5), 766-776.

Cochran, K. F., DeRuiter, J. A., & King, R. A. (1993). Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation. *Journal of Teacher Education, 44* (4), 263-272.

Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological*

Measurement, 20, 37-46.
Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. Aufl.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
Cohen, J. (1992). Quantitative methods in psychology. *Psychological Bulletin, 112* (1), 155-159.
Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the craft of reading, writing, and mathematics. In Resnick, L. B. (Hrsg.), *Knowing, learning, and instruction* (S. 453-494). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin. (2010). *Plan d'études romand (PER)*. Neuchâtel: Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin.
Darling-Hammond, L. (2002). Research and rhetoric on teacher certification: A response to “Teacher Certification Reconsidered”. *Education Policy Analysis Archives, 10* (36), 1-55.
Darling-Hammond, L., Barnett, B., & Thoreson, A. (2001). Does teacher certification matter? Evaluating the evidence. *Educational Evaluation and Policy Analysis, 23* (1), 57-77.
de Vries, C. (2006). Mathematik an der Schule für Geistigbehinderte. Grundlagen und Übungsvorschläge für Diagnostik und Förderung. Dortmund: Modernes Lernen.
de Vries, C. (2010). *Diagnostik und Förderung Mathematischer Basiskompetenzen im Förderschwerpunkt Geistige Entwicklung.* Unveröffentlichte Dissertation, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. Abgerufen am 31.03.2014, von http://oops.uni-oldenburg.de/1014/1/ vridia10.pdf
de Vries, C. (2014). Mathematik im Förderschwerpunkt Geistige Entwicklung. Grundlagen und Übungsvorschläge für Diagnostik und Förderung im Rahmen eines erweiterten Mathematikverständnisses. (3. Aufl.). Dortmund: Modernes Lernen.
Dehaene, S. (1999). *Der Zahlensinn oder warum wir rechnen können*. Basel: Birkhäuser.
Deiser, O., Reiss, K., & Heinze, A. (2012). Elementarmathematik vom höheren Standpunkt: Warum ist $0,\overline{9} = 1$? In Blum, W., Borromeo Ferri, R. & Maaß, K. (Hrsg.), *Mathematikunterricht im Kontext von Realität, Kultur und Lehrerprofessionalität* (S. 249-264). Wiesbaden: Springer Spektrum.
Depaepe, F., Verschaffel, L., & Klechtermans, G. (2013). Pedagogical content knowledge: A systematic review of the way in which the concept has pervaded mathematics educational research. *Teaching and Teacher Education, 34*, 12-25.
Desoete, A., Stock, P., Schepens, A., Baeyens, D., & Roeyers, H. (2009). Classification, seriation, and counting in grades 1, 2, and 3 as two-year longitudinal predictors for low achieving in numerical facility and arithmetical achievement? *Journal of Psychoeducational Assessment, 27* (3), 252-264.
Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information. (2013). ICD-10-WHO Version 2013. Psychische und Verhaltensstörungen: Intelligenzminderung. Abgerufen am 02.04.2013, von http://www.dimdi.de/static/de/klassi/icd-10-who/kodesuche/onlinefassungen/htmlamtl2013/block-f70-f79.htm
Döhrmann, M., Hacke, S., & Buchholtz, C. (2010). Nationale und internationale Typen an Ausbildungsgängen zur Primarstufenlehrkraft. In Blömeke, S., Kaiser, G. & Lehmann, R. (Hrsg.), *TEDS-M 2008. Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten angehender Primarstufenlehrkräfte im internationalen Vergleich* (S. 55-71). Münster: Waxmann.
Döhrmann, M., Kaiser, G., & Blömeke, S. (2010). Messung des mathematischen und mathematikdidaktischen Wissens: Theoretischer Rahmen und Teststruktur. In Blömeke, S., Kaiser, G. & Lehmann, R. (Hrsg.), *TEDS-M 2008. Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten angehender Primarstufenlehrkräfte im internationalen Vergleich* (S. 169-194). Münster: Waxmann.
Dollny, S. (2011). *Entwicklung und Evaluation eines Testinstruments zur Erfassung des fachspezifischen Professionswissens von Chemielehrkräften*. Berlin: Logos. – Zugleich: Dissertation, Universität Duisburg-Essen, 2011.
Dornheim, D. (2008). *Prädiktion von Rechenleistung und Rechenschwäche: Der Beitrag von Zah-*

len-Vorwissen und allgemein-kognitiven Fähigkeiten. Berlin: Logos. – Zugleich: Dissertation, Otto-Friedrich-Universität Bamberg, 2007.

Dworschak, W. K., Sybille; Ratz, Christoph; Wagner, Michael (Hrsg.). (2012). *Schülerschaft mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung (SFGE). Eine empirische Studie.* Oberhausen: Athena.

Ellger-Rüttgardt, S. (2004). Sonderpädagogik – ein blinder Fleck der Allgemeinen Pädagogik? Eine Replik auf den Aufsatz von Dagmar Hänsel. *Zeitschrift für Pädagogik, 50* (3), 416-429.

Escudero, I., & Sánchez, V. (2007). How do domains of knowledge integrate into mathematics teachers' practice? *The Journal of Mathematical Behaviour, 26*, 312-327.

Ezawa, B. (1996). *Zählen und Rechnen bei geistig behinderten Schülern: Leistungen, Konzepte und Strategien junger Erwachsener mit Hirnfunktionsstörungen.* Frankfurt a. M.: Lang.

Fabrigar, L. R., MacCallum, R. C., Wegener, D. T., & Strahan, E. J. (1999). Evaluating the use of exploratory factor analysis in psychological research. *American Psychological Association, 4* (3), 272-299.

Fayol, M. (2012). *L'Acquisition du nombre.* Paris: Presses Universitaires de France.

Felder, F., Garrote, A., Krähenmann, H., Moser Opitz, E., Schnepel, S., & Jandl, S. (2014). Aktuelle Forschungsprojekte: Effective teaching practices in inclusive classrooms. *Vierteljahresschrift für Heilpädagogik und ihre Nachbargebiete, 83* (2), 154-155.

Fenstermacher, G. D., & Richardson, V. (2005). On making determinations of quality in teaching. *Teachers College Record, 107* (1), 186-213.

Feuser, G. (1998). Gemeinsames Lernen am gemeinsamen Gegenstand. Didaktisches Fundamentum einer Allgemeinen (integrativen) Pädagogik. In Hildeschmidt, A. & Sander, A. (Hrsg.), *Integrationspädagogik. Auf dem Weg zu einer Schule für alle* (S. 19-35). Weinheim: Juventa.

Fingerle, M. (2007). Kompetenzen im Bereich der Evaluations- und Forschungsmethoden. In Mutzeck, W. & Popp, K. (Hrsg.), *Professionalisierung von Sonderpädagogen. Standards, Kompetenzen und Methoden* (S. 294-298). Weinheim: Beltz.

Fleiss, J. L., & Cohen, J. (1973). The equivalence of weighted kappa and the intraclass correlation coefficient as measures of reliability. *Educational and Psychological Measurement, 33*, 613-619.

Fornefeld, B. (2004). *Einführung in die Geistigbehindertenpädagogik* (3. Aufl.). München: Reinhardt.

Fornefeld, B. (2013). *Grundwissen Geistigbehindertenpädagogik* (5. Aufl.). München: Reinhardt.

Freesemann, O. (2014). *Schwache Rechnerinnen und Rechner fördern. Eine Interventionsstudie an Haupt-, Gesamt- und Förderschulen*. Wiesbaden: Springer. – Zugleich: Dissertation, Technische Universität Dortmund, 2013.

Freud, S. (1937). *Die endliche und die unendliche Analyse. Gesammelte Werke.* (Bd. 16). Frankfurt a. M.: S. Fischer.

Friedrichsen, P., Van Driel, J. H., & Abell, S. K. (2010). Taking a closer look at science teaching orientations. *Science Education, 95* (2), 358-376.

Fries, A., & Amrhein, M. (2000). Studienmotive von StudentInnen der Sonderpädagogik. Ergebnisse einer wissenschaftlichen Untersuchung an der Universität Würzburg. *Behindertenpädagogik in Bayern, 43* (1), 73-83.

Fürstner, D. (2013). *Ziffern und Mengen im Zahlenraum bis 10. Mathematik für Schüler mit geistiger Behinderung* (4. Aufl.). Hamburg: Persen.

Fuson, K. C. (1988). *Children's counting and number concept.* New York: Springer.

Garrote, A., Moser Opitz, E., & Ratz, C. (2015). Mathematische Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung: Eine Querschnittstudie. *Empirische Sonderpädagogik, 7* (1), 24-40.

Gasteiger, H. (2010). *Elementare mathematische Bildung im Alltag der Kindertagesstätte. Grundlegung und Evaluation eines kompetenzorientierten Förderansatzes.* Münster: Waxmann.

Gelman, R., & Gallistel, C. R. (1978). *The child's understanding of number*. Cambridge: Harvard University Press.

Gersten, R., Jordan, N. C., & Flojo, J. R. (2005). Early identification and interventions for students with mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities, 38* (4), 293-304.

Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical content knowledge: An introduction and orientation. In Gess-Newsome, J. & Lederman, N. G. (Hrsg.), *Examining pedagogical content knowledge* (S. 3-17). Dordrecht: Kluwer.

Ging, E., Sauthier, M.-H., & Stierli, E. (2008). *Mathématiques: Deuxième année. Fichier de l'élève*. Neuchâtel: Commission romande des moyens d'enseignement: COROME.

Ginsburg, H. (1977). *Children's arithmetic. The learning process*. New York: Van Nostrand.

Goldhaber, D., & Anthony, E. (2007). Can teacher quality be effectively assessed? National board certification as a signal of effective teaching. *The Review of Economics and Statistics, 89* (1), 134-150.

Goldhammer, F., & Hartig, J. (2012). Interpretation von Testresultaten und Testeichung. In Moosbrugger, H. & Kelava, A. (Hrsg.), *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (2. Aufl., S. 172-201). Berlin: Springer.

Graeber, A., & Tirosh, D. (2008). Pedagogical content knowledge. In Sullivan, P. & Wood, T. (Hrsg.), *The international handbook of mathematics teacher education* (S. 117-132). Rotterdam: Sense.

Graf, E. O., & Weisser, J. (2005). *Der Gebrauch sonderpädagogischen Wissens. Ein Forschungsbericht*. Bern: Edition Soziothek.

Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher. Teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.

Grünke, M. (2007). „An ihren Methoden sollt ihr sie erkennen". Ein Plädoyer für eine bessere Befähigung von sonderpädagogischen Lehramtsstudierenden, Förderansätze auf Basis von Forschungsbefunden zu bewerten. In Mutzeck, W. & Popp, K. (Hrsg.), *Professionalisierung von Sonderpädagogen. Standards, Kompetenzen und Methoden* (S. 71-86). Weinheim: Beltz.

Grüßing, M. (2012). *Räumliche Fähigkeiten und Mathematikleistung. Eine empirische Studie mit Kindern im 4. Schuljahr*. Münster: Waxmann. – Zugleich: Dissertation, Technische Universität München, 2012.

Guadagnoli, E., & Velicer, W. F. (1988). Relation of sample size to the stability of component patterns. *Psychological Bulletin, 103* (2), 265-275.

Gustafsson, J.-E., & Undheim, J. O. (1996). Individual differences in cognitive functions. In Berliner, D. C. & Calfee, R. C. (Hrsg.), *Handbook of educational psychology. A project of Division 15, The Division of Educational Psychology of the American Psychological Association* (S. 186-242). New York: Simon & Schuster Macmillan.

Haeberlin, U. (2002). Sonderpädagogik studieren – eine Herausforderung an den ganzen Menschen. *Zeitschrift für Heilpädagogik, 53* (10), 398-403.

Haeberlin, U. (2005). *Grundlagen der Heilpädagogik. Einführung in eine wertgeleitete erziehungswissenschaftliche Disziplin*. Bern: Haupt UTB.

Harris, J. C. (2013). New terminology for mental retardation in DSM-5 and ICD-11. *Curr Opin Psychiatry, 26* (3), 260-262.

Häsel-Weide, U., Nührenbörger, M., Moser Opitz, E., & Wittich, C. (2013). *Ablösung vom zählenden Rechnen. Fördereinheiten für heterogene Lerngruppen*. Seelze: Klett | Kallmeyer.

Hasemann, K. (1986). *Mathematische Lernprozesse. Analysen mit kognitionstheoretischen Modellen*. Braunschweig: Vieweg.

Hasemann, K., & Gasteiger, H. (2014). *Anfangsunterricht Mathematik* (3. Aufl.). Berlin: Springer.

Hattie, J. A. C. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London: Routledge.

Hattie, J. A. C., Beywl, W., & Zierer, K. (2013). *Lernen sichtbar machen. Überarbeitete deutschsprachige Ausgabe von "Visible Learning"*. Baltmannsweiler: Schneider.

Häußler, M. (2009). Was müssen Sonderschullehrer können? Reflexionen aus der Perspektive der zweiten Phase der Lehrerbildung. *Zeitschrift für Heilpädagogik, 60* (7), 249-254.

Heber, R. (1959). A manual on terminology and classification in mental retardation. *American Journal of Mental Deficiency Monograph Supplement, 64* (2), o.S.

Hedderich, I. (2011). *Einführung in die Montessori-Pädagogik. Theoretische Grundlagen und praktische Anwendung* (3. Aufl.). München: Reinhardt.

Helmke, A. (2007). Was wissen wir über guten Unterricht? Wissenschaftliche Erkenntnisse zur Unterrichtsforschung und Konsequenzen für die Unterrichtsentwicklung. Abgerufen am 03.06.2015, von http://www.bildung.koeln.de/imperia/md/content/selbst_schule/downloads/andreas_helmke_.pdf

Helmke, A. (2012). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts* (4. Aufl.). Seelze: Klett | Kallmeyer.

Hengartner, E., & Röthlisberger, H. (1995). Rechenfähigkeit von Schulanfängern. In Brügelmann, H., Balhorn, H. & Füssenich, I. (Hrsg.), *Am Rande der Schrift. Zwischen Sprachenvielfalt und Analphabetismus. Jahrbuch der Deutschen Gesellschaft Lesen und Schreiben 6* (S. 66-86). Lengwil: Libelle.

Hennicke, K., Buscher, M., Häßler, F., & Roosen-Runge, G. (2009). *Psychische Störungen und Verhaltensauffälligkeiten bei Kindern und Jugendlichen mit Intelligenzminderung. Empfehlungen zur Diagnostik und Therapie*. Berlin: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.

Henriques-Christofidès, A. (1997). *Jouer et comprendre. Propositions pour matériel pédagogique*. Lausanne: Editions des Sentiers.

Henriques-Christofidès, A. (2003). *L'arithmétique apprivoisée*. Lausanne: Centre de Ressources HEP/Vaud.

Hepberger, B., Lindmeier, A. M., Moser Opitz, E., & Heinze, A. (2015). „Zähl' nochmal genauer!" – Handlungsnahe mathematikbezogene Kompetenzen von pädagogischen Fachkräften erheben. In Streit, C., Schuler, S. & Wittmann, G. (Hrsg.), *Perspektiven mathematischer Bildung im Übergang vom Kindergarten zur Grundschule* (im Druck). Heidelberg: Springer Spektrum.

Heward, W. L. (2003). Ten faulty notions about teaching and learning that hinder the effectiveness of special education. *The Journal of Special Education, 36* (4), 186-205.

Hill, H. C. (2007). Mathematical knowledge of middle school teachers: Implications for the No Child Left Behind policy initiative. *Educational Evaluation and Policy Analysis, 29* (2), 95-114.

Hill, H. C., Ball, D. L., & Schilling, S. G. (2008). Unpacking pedagogical content knowledge: Conceptualizing and measuring teacher's topic-specific knowledge of students. *Journal for Research in Mathematics Education, 39* (4), 372-400.

Hill, H. C., Blunk, M. L., Charalambous, C. Y., Lewis, J. M., Phelps, G. C., Sleep, L., et al. (2008). Mathematical knowledge for teaching and the mathematical quality of instruction: An exploratory study. *Cognition and Instruction, 26* (4), 430-511.

Hill, H. C., Rowan, B., & Ball, D. L. (2005). Effects of teacher's mathematical knowledge for teaching on student achievement. *American Educational Research Journal, 42* (2), 371-406.

Hill, H. C., Schilling, S. G., & Ball, D. L. (2004). Developing measures of teachers' mathematics knowledge for teaching. *The Elementary School Journal, 105* (1), 11-30.

Hodgen, J. (2011). Knowing and identity: A situated theory of mathematics knowledge in teaching. In Rowland, T. & Ruthven, K. (Hrsg.), *Mathematical knowledge in teaching* (S. 27-42). Dordrecht: Springer.

Hoenisch, N., & Niggemeyer, E. (2007). *Mathe-Kings. Junge Kinder fassen Mathematik an*. Weimar: Das Netz.

Hofmann, S., Petersen, S., Schuberth, A., Bettner, M., & Dinges, E. (2009). *Komm mit – Rechne* *mit! Ein Förderprogramm für rechenschwache Kinder*. Oberursel: Finken.

Homburg, C., & Giering, A. (1996). Konzeptualisierung und Operationalisierung komplexer Konstrukte. Ein Leitfaden für die Marketingforschung. *Marketing–Zeitschrift für Forschung und Praxis, 18* (1), 5-24.

Horner, R. H., Carr, E. G., Halle, J., McGee, G., Odom, S., & Wolery, M. (2005). The use of single-subject research to identify evidence-based practice in special education. *Exceptional Children, 71* (2), 165-179.

Huffman, L. F., Fletcher, K. L., Bray, N. W., & Grupe, L. A. (2004). Similarities and differences in addition strategies of children with and without mental retardation. *Education and Training in Developmental Disabilities, 39* (4), 317-325.

Huillet, D. (2009). Mathematics for teaching: An anthropoligical approach and its use in teacher training. *For the Learning of Mathematics, 29* (3), 4-10.

Ingenkamp, K., & Lissmann, U. (Hrsg.). (2008). *Lehrbuch der Pädagogischen Diagnostik* (6. Aufl.). Weinheim: Beltz.

Jacobson, J. W., & Mulick, J. A. (Hrsg.). (1996). *Manual of diagnosis and professional practice in mental retardation*. Washington D.C.: American Psychological Association.

Janssen, J., & Laatz, W. (2013). *Statistische Datenanalyse mit SPSS. Eine anwendungsorientierte Einführung in das Basissystem und das Modul Exakte Tests* (8. Aufl.). Berlin: Springer.

Johnson, E., & Semmelroth, C. L. (2013). Special education teacher evaluation: Why it matters, what makes it challenging and how to address these challenges. *Assessment for Effective Intervention, 39* (2), 71-82.

Jones, N. D., & Brownell, M. T. (2014). Examining the use of classroom observations in the evaluation of special education teachers. *Assessment for Effective Intervention, 39* (2), 112-124.

Jonkisz, E., Moosbrugger, H., & Brandt, H. (2012). Planung und Entwicklung von Tests und Fragebogen. In Moosbrugger, H. & Kelava, A. (Hrsg.), *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (2. Aufl., S. 27-74). Berlin: Springer.

Jordan, N. C. (2007). The need for number sense. *Educational Leadership, 65* (2), 63-66.

Jordan, N. C., Kaplan, D., Locuniak, M. N., & Ramineni, C. (2007). Predicting first-grade math achievement from developmental number sense trajectories. *Learning Disabilities Research & Practice, 22* (1), 36-46.

Jordan, N. C., Kaplan, D., Ramineni, C., & Locuniak, M. N. (2009). Early math matters: Kindergarten number competence and later mathematics outcomes. *Developmental Psychology, 45* (3), 850-867.

Jordi, H. (2013). Kanton Bern plant Schulversuch mit weniger Lehrern pro Klasse. *Der Bund online.* Abgerufen am 27.08.2013, von http://www.derbund.ch/bern/kanton/Kanton-Bern-plant-Schulversuch-mit-weniger-Lehrern-pro-Klasse/story/18199779

Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika, 39* (1), 31-36.

Kanter, G. O. (1985). Ansätze zu einer empirischen Behindertenpädagogik. In Bleidick, U. (Hrsg.), *Theorie der Behindertenpädagogik* (S. 343-382). Berlin: Marhold.

Katzenbach, D., & Schroeder, J. (2007). „Ohne Angst verschieden sein können". Über Inklusion und ihre Machbarkeit. *Zeitschrift für Heilpädagogik, 58* (1), 202-213.

Kaufman, E. L., Lord, M. W., Reese, T. W., & Volkmann, J. (1949). The discrimination of visual number. *The American Journal of Psychology, 62* (4), 498-525.

Kaufmann, L., Nuerk, H.-C., Graf, M., Krinzinger, H., Delazer, M., & Willmes, K. (2009). *TEDI-MATH. Test zur Erfassung numerisch-rechnerischer Fertigkeiten vom Kindergarten bis zur 3. Klasse*. Bern: Huber.

Kavale, K. A., & Forness, S. R. (2000). Policy decisions in special education: The role of meta-analysis. In Gersten, R., Schiller, E. P. & Vaughn, S. (Hrsg.), *Contemporary special education research. Syntheses of the knowledge base on critical instructional issues* (S. 281-326). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Kelava, A., & Moosbrugger, H. (2012). Deskriptivstatistische Evaluation von Items (Itemanalyse) und Testwertverteilungen. In Moosbrugger, H. & Kelava, A. (Hrsg.), *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (2. Aufl., S. 75-102). Berlin: Springer.

Keller, B., Brandenberg, M., Von Grünigen, S., Keller, R., Noelle, B., Schärli, M., et al. (2005). *Kinder begegnen Mathematik. Unterrichtsheft*. Zürich: Lehrmittelverlag Zürich.

Keller, B., Noelle, B., Brandenberg, M., Diener, D., Von Grünigen, S., Keller, R., et al. (2010). *Mathematik 1 Primarstufe. Handbuch*. Zürich: Lehrmittelverlag Zürich.

Kessler, S. J. (2011). *Mathematisches Fachwissen von gymnasialen Mathematiklehrkräften. Eine empirische Analyse des Konstrukts und dessen Korrelation mit Personen- und Unterrichtsvariablen.* Unveröffentlichte Dissertation, Technische Universität München. Abgerufen am 28.01.2014, von http://mediatum.ub.tum.de/node?id=1071144

Kirschner, S. (2013). *Modellierung und Analyse des Professionswissens von Physiklehrkräften*. Berlin: Logos. – Zugleich: Dissertation, Universität Duisburg-Essen, 2013.

Kistler, A., & Schneider, S. (2011). *Rechnen ohne Stolperstein 1A. Zahlenraum 0 bis 3* (3. Aufl.). München: Oldenbourg.

Kistler, A., & Schneider, S. (2013). *Rechnen ohne Stolperstein 1B. Zahlenraum 4 bis 6* (4. Aufl.). München: Oldenbourg.

Klauer, K. J. (2000). Forschungsperspektiven der Sonderpädagogischen Psychologie. In Borchert, J. (Hrsg.), *Handbuch der Sonderpädagogischen Psychologie* (S. 993-999). Göttingen: Hogrefe.

Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., et al. (2007). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Expertise*. Berlin: Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung.

Klieme, E., Bürgermeister, A., Harks, B., Blum, W., Leiß, D., & Rakoczy, K. (2010). Leistungsbeurteilung und Kompetenzmodellierung im Mathematikunterricht. Projekt Co2CA1. In Klieme, E., Leutner, D. & Kenk, M. (Hrsg.), *Kompetenzmodellierung. Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunktprogramms und Perspektiven des Forschungsansatzes* (S. 64-74). Weinheim: Beltz.

Knébel, M., & Dalla Riva, S. (2014). *Je progresse en mathématiques! 3ème Harmos*. Paris: Auzou Suisse.

Knievel, I., & Heinze, A. (2012). Erfassung der fachspezifischen professionellen Kompetenzen von Mathematiklehrkräften in der Grundschule. In Kleine, M. & Ludwig, M. (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2012* (S. 457-460). Münster: WTM.

Koenig, O. (2014). *Erwerbsarbeit als Identitätsziel. Ein Modell von Möglichkeiten für Menschen mit intellektueller Beeinträchtigung.* Wiesbaden: Springer VS. – Zugleich: Dissertation, Universität Wien, 2013.

Kracht, A. (2014). Inklusion und sprachpädagogische Professionalisierung. *Vierteljahresschrift für Heilpädagogik und ihre Nachbargebiete, 83* (3), 205-211.

Krajewski, K. (2005). Früherkennung und Frühförderung von Risikokindern. In von Aster, M. & Lorenz, J. H. (Hrsg.), *Rechenstörungen. Neurowissenschaft, Psychologie, Pädagogik* (S. 150-164). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.

Krajewski, K. (2008). *Vorhersage von Rechenschwäche in der Grundschule* (2. Aufl.). Hamburg: Kovač.

Krajewski, K., & Ennemoser, M. (2013). Entwicklung und Diagnostik der Zahl-Grössen-Verknüpfung zwischen 3 und 8 Jahren. In Hasselhorn, M., Heinze, A., Schneider, W. & Trautweid, U. (Hrsg.), *Diagnostik mathematischer Kompetenzen. Tests & Trends N.F.* (S. 41-65). Göttingen: Hogrefe.

Krajewski, K., Grüßing, M., & Peter-Koop, A. (2009). Die Entwicklung mathematischer Kompetenzen bis zum Beginn der Grundschulzeit. In Heinze, A. & Grüßing, M. (Hrsg.), *Mathematiklernen vom Kindergarten bis zum Studium. Kontinuität und Kohärenz als Herausforderung für den Mathematikunterricht* (S. 17-34). Münster: Waxmann.

Krajewski, K., Nieding, G., & Schneider, W. (2010). *Mengen, zählen, Zahlen. Die Welt der Mathematik verstehen: Förderkonzept*. Berlin: Cornelsen.

Krauss, S., Brunner, M., Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M., et al. (2008). Pedagogical content knowledge and content knowledge of secondary mathematics teachers. *Journal of Educational Psychology, 100*, (3), 716-725.

Krauss, S., Neubrand, M., Blum, W., Baumert, J., Brunner, M., Kunter, M., et al. (2008). Die Untersuchung des professionellen Wissens deutscher Mathematik-Lehrerinnen und -Lehrer im Rahmen der COACTIV-Studie. *Journal für Mathematik-Didaktik, 29* (3), 223-258.

Krauthausen, G., & Scherer, P. (2014). *Einführung in die Mathematikdidaktik* (3. Aufl.). Heidelberg: Springer Spektrum.

Krebs, D., & Menold, N. (2014). Gütekriterien quantitativer Sozialforschung. In Baur, N. & Blasius, J. (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 425-438). Wiesbaden: Springer VS.

Kroesbergen, E., & Van Luit, J. (2003). Mathematics interventions for children with special educational needs. A meta-analysis. *Remedial and Special Education, 24* (2), 97-114.

Kuhl, J., Sinner, D., & Ennemoser, M. (2012). Training quantity-number competencies in students with intellectual disabilities. *Journal of Cognitive Education and Psychology, 11* (2), 128-142.

Kulig, W., Theunissen, G., & Wüllenweber, E. (2006). Geistige Behinderung. In Wüllenweber, E., Theunissen, G. & Mühl, H. (Hrsg.), *Pädagogik bei geistigen Behinderungen* (S. 116-127). Stuttgart: Kohlhammer.

Kultusministerkonferenz (KMK). (1994). Empfehlungen der Kultusministerkonferenz zur Sonderpädagogischen Förderung in den Schulen in der Bundesrepublik Deutschland. Abgerufen am 12.01.2013, von http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/1994/1994_05_06-Empfehlung-sonderpaed-Foerderung.pdf

Kultusministerkonferenz (KMK). (1998). Empfehlungen zum Förderschwerpunkt geistige Entwicklung. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 26.06.1998. Abgerufen am 19.06.2015, von http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/1998/1998_06_20_FS_Geistige_Entwickl.pdf

Kultusministerkonferenz (KMK). (2004). Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften. Abgerufen am 02.02.2014, von http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Standards-Lehrerbildung.pdf

Kunter, M., & Baumert, J. (2010). Einführung in den Themenschwerpunkt „Lehrerforschung". *Unterrichtswissenschaft, 38* (1), 3-4.

Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S., & Neubrand, M. (Hrsg.). (2011). *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Münster: Waxmann.

Kunter, M., & Klusmann, U. (2010). Kompetenzmessung bei Lehrkräften – Methodische Herausforderungen. *Unterrichtswissenschaft, 38* (1), 68-86.

Kutzer, R. (1998). *Mathematik entdecken und verstehen Band 1. Kommentarband.* Frankfurt a. M.: Diesterweg.

Kutzer, R. (1999). Überlegungen zur Unterrichtssituation im Sinne strukturorientierten Lernens. In Probst, H. (Hrsg.), *Mit Behinderungen muss gerechnet werden* (S. 15-69). Solms-Oberbiel: Jarick.

Langfeldt, H.-P., & Wember, F. B. (1994). 30 Jahre Heilpädagogische Forschung: Bestandesaufnahme und inhaltsanalytische Reflexionen. *Heilpädagogische Forschung, 20* (4), 187-198.

Lautner, A. (2012). *Der Einsatz des Mathematikmaterials von Maria Montessori und dessen Auswirkung auf die Entwicklung des Zahlbegriffs und die Rechenleistung lernschwacher Schülerinnen und Schüler im ersten Schuljahr.* Unveröffentlichte Dissertation, Ludwig-

Maximilians-Universität München. Abgerufen am 01.01.2015, von https://edoc.ub.uni-muenchen.de/15372/ 1/Lautner_Anja.pdf

Leuchter, M. (2009). *Die Rolle der Lehrperson bei der Aufgabenbearbeitung. Unterrichtsbezogene Kognitionen von Lehrpersonen.* Münster: Waxmann. – Zugleich: Dissertation, Universität Zürich, 2008.

Lindmeier, A. M. (2011). *Modeling and measuring knowledge and competencies of teachers. A threefold domain-specific structure model for mathematics*. Münster: Waxmann.

Lindmeier, A. M., Heinze, A., & Reiss, K. (2013). Eine Machbarkeitsstudie zur Operationalisierung aktionsbezogener Kompetenz von Mathematiklehrkräften mit videobasierten Massen. *Journal für Mathematik-Didaktik, 34* (1), 99-119.

Lipowsky, F. (2006). Auf den Lehrer kommt es an. Empirische Evidenzen für Zusammenhänge zwischen Lehrerkompetenz, Lehrerhandeln und dem Lernen der Schüler. *Zeitschrift für Pädagogik, Beiheift, 51*, 47-70.

Lipowsky, F. (2015). Unterricht. In Wild, E. & Möller, J. (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (2. Aufl., S. 69-105). Berlin: Springer.

Lohaus, A., & Vierhaus, M. (2013). *Entwicklungspsychologie des Kindes- und Jugendalters für Bachelor* (2. Aufl.). Berlin: Springer.

Lonnemann, J., Linkersdörfer, J., & Lindberg, S. (2013). Approximative Mengenrepräsentationen als Grundlage arithmetischer Fertigkeiten. In Hasselhorn, M., Heinze, A., Schneider, W. & Trautweid, U. (Hrsg.), *Diagnostik mathematischer Kompetenzen. Tests & Trends N.F.* (S. 3-12). Göttingen: Hogrefe.

Lück, D., & Landrock, U. (2014). Datenaufbereitung und Datenbereinigung in der quantitativen Sozialforschung. In Baur, N. & Blasius, J. (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 397-409). Wiesbaden: Springer VS.

Lüders, M. (2012). „Pädagogisches Unterrichtswissen“ – eine Testkritik. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 15* (4), 775-791.

Mandler, G., & Shebo, B. J. (1982). Subitizing: An analysis of its component processes. *Journal of Experimental Psychology: General, 111* (1), 1-22.

Marks, R. (1990). Pedagogical content knowledge: From a mathematical case to a modified conception. *Journal of Teacher Education, 41* (3), 3-11.

Martschinke, S., Kopp, B., & Ratz, C. (2012). Gemeinsamer Unterricht von Grundschulkindern und Kindern mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung in der ersten Klasse – Erste Ergebnisse einer empirischen Studie zu Effekten auf sozialen Status und soziales Selbstkonzept. *Empirische Sonderpädagogik, 3* (2), 183-201.

Mason, J. (2008). PCK and beyond. In Sullivan, P. & Wood, T. (Hrsg.), *The international handbook of mathematics teacher education* (S. 301-322). Rotterdam: Sense.

Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken* (12. Aufl.). Weinheim: Beltz.

Mayring, P., & Fenzl, T. (2014). Qualitative Inhaltsanalyse. In Baur, N. & Blasius, J. (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 543-556). Wiesbaden: Springer VS.

McCrink, K., & Wynn, K. (2004). Large-number addition and subtraction by 9-month-old infants. *American Psychological Society, 15* (11), 776-781.

McDiarmid, W. G., & Clevenger-Bright, M. (2008). Rethinking Teacher Capacity. In Cochran-Smith, M., Feiman-Nemser, S., McIntyre, D. J. & Demers, K. E. (Hrsg.), *Handbook of research on teacher education. Enduring questions in changing contexts* (3. Aufl., S. 134-156). New York: Routledge.

Melzer, C., & Hillenbrand, C. (2013). Aufgaben sonderpädagogischer Lehrkräfte für die inklusive Bildung: empirische Befunde internationaler Studien. *Zeitschrift für Heilpädagogik, 64* (5), 194-202.

Mesibov, G. B., Shea, V., & Schopler, E. (2005). *The TEACCH approach to autism spectrum disorders*. New York: Springer.

Meyer, C., & Meier zu Verl, C. (2014). Ergebnispräsentation in der qualitativen Forschung. In Baur, N. & Blasius, J. (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 245-257). Wiesbaden: Springer VS.

Ministerium für Bildung, Frauen und Jugend. (2001). *Rheinland-Pfalz: Richtlinien für die Schule mit dem Förderschwerpunkt ganzheitliche Entwicklung und Lehrplan zur sonderpädagogischen Förderung von Schülerinnen und Schülern mit dem Förderbedarf ganzheitliche Entwicklung*. Grünstadt: Sommer.

Mohd Razali, N., & Bee Wah, Y. (2011). Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics, 2* (1), 21-33.

Monk, D. H. (1994). Subject area preparation of secondary mathematics and science teachers and student achievement. *Economics of Education Review, 13* (2), 125-145.

Monk, D. H., & King. (1994). Multilevel teacher resource effects in pupil performance in secondary mathematics and science: The case of teacher subject matter preparation. In Ehrenberg, R. G. (Hrsg.), *Choices and consequences: Contemporary policy issues in education* (S. 29-58). Ithaca, NY: ILR Press.

Montessori, M. (2012). *Psychoarithmetik. Die Arithmetik dargestellt unter Berücksichtigung kinderpsychologischer Erfahrungen während 25 Jahren*. Freiburg im Breisgau: Herder.

Moosbrugger, H. (2012). Klassische Testtheorie (KTT). In Moosbrugger, H. & Kelava, A. (Hrsg.), *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (2. Aufl., S. 103-117). Berlin: Springer.

Moosbrugger, H., & Kelava, A. (2012a). Einführung und zusammenfassender Überblick. In Moosbrugger, H. & Kelava, A. (Hrsg.), *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (2. Aufl., S. 1-4). Berlin: Springer.

Moosbrugger, H., & Kelava, A. (2012b). Qualitätsanforderungen an einen psychologischen Test (Testgütekriterien). In Moosbrugger, H. & Kelava, A. (Hrsg.), *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (2. Aufl., S. 7-26). Berlin: Springer.

Moosbrugger, H., & Schermelleh-Engel, K. (2012). Exploratorische (EFA) und konfirmatorische Faktorenanalyse (CFA). In Moosbrugger, H. & Kelava, A. (Hrsg.), *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (2. Aufl., S. 325-343). Berlin: Springer.

Moser Opitz, E. (2006). Förderdiagnostik: Entstehung – Ziele – Leitlinien – Beispiele. In Grüßing, M. & Peter-Koop, A. (Hrsg.), *Die Entwicklung mathematischen Denkens in Kindergarten und Grundschule: Beobachten – Fördern – Dokumentieren* (S. 10-28). Offenburg: Mildenberger.

Moser Opitz, E. (2007). *Rechenschwäche/Dyskalkulie. Theoretische Klärungen und empirische Studien an betroffenen Schülerinnen und Schülern*. Bern: Haupt.

Moser Opitz, E. (2008). *Zählen, Zahlbegriff, Rechnen. Theoretische Grundlagen und eine empirische Untersuchung zum mathematischen Erstunterricht in Sonderklassen* (3. Aufl.). Bern: Haupt.

Moser Opitz, E. (2010). Diagnose und Förderung: Aufgaben und Herausforderungen für die Mathematikdidaktik und die mathematikdidaktische Förderung. Abgerufen am 26.08.2015, von https://www.mathematik.tu-dortmund.de/ieem/cms/media/BzMU/BzMU2010/BzMU10_MOSEROPITZ_Elisabeth_Diagnose.pdf

Moser Opitz, E., Garrote, A., & Ratz, C. (2014). Mathematische Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern mit dem Förderschwerpunkt Geistige Entwicklung. *Sonderpädagogische Förderung heute, 59* (1), 19-31.

Moser Opitz, E., & Nührenbörger, M. (2015). Diagnostik und Leistungsbeurteilung. In Bruder, R., Hefendehl-Hebeker, L., Schmidt-Thieme, B. & Weigand, H.-G. (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 491-512). Wiesbaden: Springer Spektrum.

Moser Opitz, E., & Weiß, H. (2014). Editorial. *Sonderpädagogische Förderung heute, 59* (1), 5-6.

Moser, V. (2003). *Konstruktion und Kritik. Sonderpädagogik als Disziplin*. Opladen: Leske +

Budrich.
Moser, V., & Kropp, A. (2014). Abschlussbericht: „Kompetenzen in inklusiven setting“ (KIS) – Vorarbeiten zu einem Kompetenzstrukturmodell sonderpädagogischer Lehrkräfte. Abgerufen am 11.02.2015, von https://www.reha.hu-berlin.de/lehrgebiete/arp/forschung/moser-kropp_kis_abschlussbericht_2014.03.pdf
Moser, V., Loeken, H., Windisch, M., & Saalow, M. (2008). Sonderpädagogische Professionsforschung: Eine Skizze des Forschungsstandes. *Zeitschrift für Heilpädagogik, 59* (3), 82-87.
Mühl, H. (1986a). *Handlungsbezogener Unterricht mit Geistigbehinderten* (7. Aufl.). Bonn-Bad Godesberg: Dürr.
Mühl, H. (1986b). *Handlungsbezogener Unterricht mit Geistigbehinderten: Materialien zur Planung und Organisation des Unterrichts* (3. Aufl.). Bonn-Bad Godesberg: Dürr.
Mühl, H. (2000). *Einführung in die Geistigbehindertenpädagogik* (4. Aufl.). Stuttgart: Kohlhammer.
Mulder, R. H., & Gruber, H. (2011). Die Lehrperson im Lichte von Professions-, Kompetenz- und Expertiseforschung – die drei Seiten einer Medaille. In Zlatkin-Troitschanskaia, O. (Hrsg.), *Stationen Empirischer Bildungsforschung. Traditionslinien und Perspektiven* (S. 427-438). Wiesbaden: Springer VS.
Müller, G. N., Steinbring, H., & Wittmann, E. C. (1997). *10 Jahre „mathe 2000“: Bilanz und Perspektive. Festschrift zum 10jährigen Bestehen des Projekts „mathe 2000“ an der Universität Dortmund*. Stuttgart: Klett.
Müller, G. N., & Wittmann, E. C. (2006). *Das Kleine Zahlenbuch: für 4- bis 7-jährige Kinder*. Seelze: Kallmeyer.
Murphy, M. M. (2009). A review of mathematical learning disabilities in children with fragile x syndrome. *Development Disabilities Research Reviews, 15*, 21-27.
Murray, F. B. (Hrsg.). (1996). *The teacher educator's handbook: Building a knowledge base for the preparation of teachers*. San Francisco: Jossey-Bass.
National Commission on Teaching and America's Future (NCTAF). (1996). *What matters most: Teaching for America's future*. New York: Author.
Nührenbörger, M. (2009). Interaktive Konstruktionen mathematischen Wissens. *Journal für Mathematik-Didaktik, 30* (2), 147-172.
Nußbeck, S. (2008). Der Personenkreis der Menschen mit geistiger Behinderung. In Nußbeck, S., Biermann, A. & Adam, H. (Hrsg.), *Sonderpädagogik der geistigen Entwicklung* (S. 5-15). Göttingen: Hogrefe.
Oevermann, U. (1996). Theoretische Skizze einer revidierten Theorie professionalisierten Handelns. In Combe, A. & Helsper, W. (Hrsg.), *Pädagogische Professionalität. Untersuchungen zum Typus pädagogischen Handelns* (S. 70-182). Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
Oevermann, U. (2001). Die Struktur sozialer Deutungsmuster – Versuch einer Aktualisierung. *Sozialer Sinn, Zeitschrift für hermeneutische Sozialforschung, 2* (1), 35-81.
Opp, G., & Theunissen, G. (Hrsg.). (2009). *Handbuch schulische Sonderpädagogik*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
Oser, F. (1997). Standards in der Lehrerbildung. Teil 1: Berufliche Kompetenzen, die hohen Qualitätsmerkmalen entsprechen. *Beiträge zur Lehrerbildung, 15* (1), 26-37.
Oser, F., Heinzer, S., & Salzmann, P. (2010). Die Messung der Qualität von professionellen Kompetenzprofilen von Lehrpersonen mit Hilfe der Einschätzung von Filmvignetten. *Unterrichtswissenschaft, 38* (1), 5-28.
Padberg, F., & Büchter, A. (2015). *Einführung Mathematik Primarstufe – Arithmetik* (2. Aufl.). Berlin Heidelberg: Springer Spektrum.
Parmar, R. S., Cawley, J. F., & Miller, J. H. (1994). Differences in mathematics performance between students with learning disabilities and students with mild retardation. *Exceptional Children, 60* (6), 549-563.
Pauli, C., & Reusser, K. (2006). Von international vergleichenden Video Surveys zur videobasierten Unterrichtsforschung und -entwicklung. *Zeitschrift für Pädagogik, 52* (6), 774-798.

Petrou, M., & Goulding, M. (2011). Conceptualising teachers’ mathematical knowledge in teaching. In Rowland, T. & Ruthven, K. (Hrsg.), *Mathematical knowledge in teaching*. (S. 9-25) Dordrecht: Springer.

Piaget, J. (1972). *Die Entwicklung des Erkennens I. Das mathematische Denken*. Stuttgart: Klett.

Piaget, J., & Szeminska, A. (1975). *Die Entwicklung des Zahlbegriffs beim Kinde* (3. Aufl.). Stuttgart: Klett.

Pinquart, M., Schwarzer, G., & Zimmermann, P. (2011). *Entwicklungspsychologie – Kindes- und Jugendalter*. Göttingen: Hogrefe.

Pitsch, H.-J. (1999). *Zur Didaktik und Methodik des Unterrichts mit Geistigbehinderten* (2. Aufl.). Oberhausen: Athena.

Pool Maag, S., & Moser Opitz, E. (2014). Inklusiver Unterricht – grundsätzliche Fragen und Ergebnisse einer explorativen Studie. *Empirische Sonderpädagogik, 6* (2), 133-149.

Popper, K. R. (1966). *Logik der Forschung*. Tübingen: Mohr.

Rammstedt, B. (2010). Reliabilität, Validität, Objektivität. In Wolf, C. & Best, H. (Hrsg.), *Handbuch der sozialwissenschaftlichen Datenanalyse* (S. 239-258). Wiesbaden: Springer VS.

Rasch, B., Friese, M., Hofmann, W., & Naumann, E. (2014a). *Quantitative Methoden 1. Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler* (4. Aufl.). Berlin: Springer.

Rasch, B., Friese, M., Hofmann, W., & Naumann, E. (2014b). *Quantitative Methoden 2. Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler* (4. Aufl.). Berlin: Springer.

Ratz, C. (2012). Mathematische Fähigkeiten von Schülern mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung. In Dworschak, W., Kannewischer, S., Ratz, C. & Wagner, M. (Hrsg.), *Schülerschaft im Förderschwerpunkt geistige Entwicklung (SFGE). Eine empirische Studie* (S. 133-147). Oberhausen: Athena.

Ratz, C. (Hrsg.). (2009). *Aktiv-entdeckendes Lernen im Mathematikunterricht bei Schülern mit geistiger Behinderung*. Oberhausen: Athena.

Renner, K.-H., & Ströhlein, G. (2010). *Einführung in die Forschungsmethoden der Psychologie*. Hagen: Fernuniversität Hagen.

Resnick, L. B. (1983). A developmental theory of number understanding. In Ginsburg, H. (Hrsg.), *The development of mathematical thinking* (S. 109-151). New York: Academic Press.

Resnick, L. B. (1989). Developing mathematical knowledge. *American Psychological Association, 44* (2), 162-169.

Reusser, K., & Pauli, C. (2003). Mathematikunterricht in der Schweiz und in weiteren sechs Ländern. Bericht über die Ergebnisse einer internationalen und schweizerischen Video-Unterrichtsstudie *TIMSS video studies*. Zürich: Universität Zürich.

Richter, D., Kuhl, P., Reimers, H., & Pant, H. A. (2012). Aspekte der Aus- und Fortbildung von Lehrkräften in der Primarstufe. In Stanat, P., Pant, H. A., Böhme, K. & Richter, D. (Hrsg.), *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik. Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011* (S. 237-250). Münster: Waxmann.

Rosenkranz, C. (1992). *Kieler Zahlenbilder. Ein Förderprogramm zum Aufbau des Zahlbegriffs für rechenschwache Kinder*. Kiel: Veris.

Rothland, M., & Brüggemann, T. (2012). Professionalität und Kompetenzanforderungen. In Sandfuchs, U., Melzer, W., Dühlmeier, B. & Rausch, A. (Hrsg.), *Handbuch Erziehung* (S. 536-541). Bad Heilbrunn: UTB Klinkhardt.

Rowan, B., Chiang, F.-S., & Miller, R. J. (1997). Using research on employees’ performance to study the effects of teachers on students achievement. *Sociology of Education, 70* (4), 256-284.

Runow, V., & Borchert, J. (2003). Effektive Interventionen im sonderpädagogischen Arbeitsfeld – ein Vergleich zwischen Forschungsbefunden und Lehrereinschätzungen. *Heilpädagogische Forschung, 29* (4), 189-203.

Saderholm, J., Ronau, R., Brown, E. T., & Collins, G. (2010). Validation of the diagnostic teacher assessment of mathematics and science (DTAMS) Instrument. *School Science and Mathematics, 110* (4), 180-192.

Salvador-Carulla, L., Reed, G. M., Vaez-Azizi, L. M., Cooper, S.-A., Martinez-Leal, R., Bertelli, M., et al. (2011). Intellectual developmental disorders: towards a new name, definition and framework for “mental retardation/intellectual disability” in ICD-11. *World Psychiatry, 10* (3), 175-180.

Sarimski, K. (2013a). Psychologische Diagnostik. In Neuhäuser, G., Steinhausen, H.-C., Häßler, F. & Sarimski, K. (Hrsg.), *Geistige Behinderung. Grundlagen, Erscheinungsformen und klinische Probleme, Behandlung, Rehabilitation und rechtliche Aspekte* (4. Aufl., S. 212-231). Stuttgart: Kohlhammer.

Sarimski, K. (2013b). Psychologische Theorien geistiger Behinderung. In Neuhäuser, G., Steinhausen, H.-C., Häßler, F. & Sarimski, K. (Hrsg.), *Geistige Behinderung. Grundlagen, Erscheinungsformen und klinische Probleme, Behandlung, Rehabilitation und rechtliche Aspekte* (4. Aufl., S. 44-58). Stuttgart: Kohlhammer.

Saß, H., Wittchen, H.-U., & Zaudig, M. (2001). *Diagnostisches und statistisches Manual Psychischer Störungen DSM-IV.* (3. Aufl.). Göttingen: Hogrefe.

Schalock, R. L., Luckasson, R. A., & Shogren, K. A. (2007). The renaming of mental retardation: Understanding the change to the term Intellectual Disability. *Intellectual and Developmental Disabilities, 45* (2), 116-124.

Schaper, N. (2009). *Ist-Standserhebung und Evaluation der Lehrer/-innenbildung*. Vortrag auf der Ringvorlesung des ZLB Rostock. Abgerufen am 09.04.2014, von http://www.zlb.uni-rostock.de/fileadmin/ZLB/2010/Lehrerbildung/RV/Vortrag_Evaluation_der_Lehrerbildung_12-05-09.pdf

Scherer, P. (1995). *Entdeckendes Lernen im Mathematikunterricht der Schule für Lernbehinderte*. Heidelberg: Edition Schindele.

Schipper, W. (2005). Sinus-Transfer Grundschule. Mathematik. Modul G 4: Lernschwierigkeiten erkennen – verständnisvolles Lernen fördern. Abgerufen am 24.07.2014, von https://www.uni-bielefeld.de/idm/serv/sinus-modul4.pdf

Schipper, W. (2009). *Handbuch für den Mathematikunterricht an Grundschulen*. Hannover: Schroedel.

Schlee, J. (2008). 30 Jahre „Förderdiagnostik“ – eine kritische Bilanz. *Zeitschrift für Heilpädagogik, 59* (4), 122-131.

Schmassmann, M., & Moser Opitz, E. (2007). *Heilpädagogischer Kommentar 1 zum Schweizer Zahlenbuch*. Zug: Klett und Balmer.

Schmidt, S. (2009). Arithmetische Kenntnisse am Schulanfang. Befunde aus mathematikdidaktischer Sicht. In Fritz, A., Ricken, G. & Schmidt, S. (Hrsg.), *Rechenschwäche. Lernwege, Schwierigkeiten und Hilfen bei Dyskalkulie* (2. Aufl., S. 77-99). Weinheim: Beltz.

Schmidt, S., & Weiser, W. (1982). Zählen und Zahlverständnis von Schulanfängern. *Journal für Mathematik-Didaktik, 3* (3), 227-263.

Schneebeli, D. (2012). Aeppli will alle Züricher Primarlehrer zu Heilpädagogen machen. *Tages Anzeiger online.* Abgerufen am 29.05.2012, von http://www.tagesanzeiger.ch/zuerich/stadt/Aeppli-will-alle-Zuercher-Primarlehrer-zu-Heilpaedagogen-machen/story/10953026/print.html

Schneebeli, D. (2014). Für Schulversuch fehlen Freiwillige. *Tages Anzeiger online.* Abgerufen am 22.03.2014, von http://www.tagesanzeiger.ch/zuerich/stadt/Fuer-Schulversuch-fehlen-Freiwillige/story/26410626 - mostPopularComment

Schneider, W., Küspert, P., & Krajewski, K. (2013). *Die Entwicklung mathematischer Kompetenzen*. Stuttgart: Schöningh UTB.

Schnepel, S., Krähenmann, H., Moser Opitz, E., Hepberger, B., & Ratz, C. (2015). Integrativer Mathematikunterricht – auch für Schülerinnen und Schüler mit intellektueller Beeinträchtigung. *Schweizerische Zeitschrift für Heilpädagogik, 21* (4), 6-12.

Schulz, A. (2014). *Fachdidaktisches Wissen von Grundschullehrkräften*. Wiesbaden: Springer Spektrum. – Zugleich: Dissertation, Universität Bielefeld, 2014.

Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK). (2007a). Interkantonale Vereinbarung über die Zusammenarbeit im Bereich der Sonderpädagogik vom 25. Oktober 2007.

Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK). (2007b). Sonderpädagogik. Kapitel 10 des Schweizer Beitrags für die Datenbank «Eurybase – The database on education systems in europe» (EDK/IDES [Stand 5. November 2007]). Abgerufen am 23.03.2013, von http://www.edk.ch/dyn/bin/12961-13439-1-eurydice_10d.pdf

Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK). (2008). Sonderpädagogik, Logopädie, Psychomotoriktherapie. Abgerufen am 12.12.2012, von http://www.edk.ch/dyn/13877.php

Scott, K. S. (1993). Multisensory mathematics for children with mild disabilities. *A Special Education Journal, 4* (2), 97-111.

Seeber, S., & Nickolaus, R. (2010). Kompetenzmessung in der beruflichen Bildung. *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, 39* (1), 10-13.

Segall, A. (2004). Revisiting pedagogical content knowledge: the pedagogy of content/the content of pedagogy. *Teaching and Teacher Education, 20* (5), 489-504.

Seidel, M. (2013). Geistige Behinderung – eine Einführung. In Bienstein, P. & Rojahn, J. (Hrsg.), *Selbstverletzendes Verhalten bei Menschen mit geistiger Behinderung. Grundlagen, Diagnostik und Intervention* (S. 11-28). Göttingen: Hogrefe.

Selter, C. (1995). Zur Fiktivität der „Stunde Null" im arithmetischen Anfangsunterricht. *Mathematische Unterrichtspraxis, 16* (2), 11-19.

Sermier Dessemontet, R., Benoit, V., & Bless, G. (2011). Schulische Integration von Kindern mit einer geistigen Behinderung – Untersuchung der Entwicklung der Schulleistungen und der adaptiven Fähigkeiten, der Wirkung auf die Lernentwicklung der Mitschüler sowie der Lehrereinstellungen zur Integration. *Empirische Sonderpädagogik, 3* (4), 291-307.

Seymour, J. R., & Lehrer, R. (2006). Tracing the evolution of pedagogical content knowledge as the development of interanimated discourses. *Journal of the Learning Sciences, 15* (4), 549-582.

Shulman, L. S. (1985). Paradigms and research programs in the study of teaching: A contemporary perspective. *Handbook of Research on Teaching* (3. Aufl., 3-36). New York: Macmillan.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Leadership, 15* (2), 4-14.

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review, 57* (1), 1-22.

Simeonsson, R., Leonardi, M., Lollars, D., Bjorck-Akesson, E., Hollenweger, J., & Martinuzzi, A. (2003). Applying the international classification of functioning, disability and health (ICF) to measure childhood disability. *Disability and rehabilitation, 25* (11), 602-610.

Simpson, R. L. (2004). Inclusion of students with behavior disorders in general education settings: Research and measurement issues. *Behavioral Disorders, 30* (1), 19-31.

Speck, O. (2001). Ein Jahrhundert Heilpädagogik unter normativem Einfluss. In Wachtel, G. & Dietze, S. (Hrsg.), *Heil- und Sonderpädagogik – auch im 21. Jahrhundert eine Herausforderung. Aktuelle Denkansätze in der Heilpädagogik und ihre historischen Wurzeln* (S. 24-37). Weinheim: Beltz.

Speck, O. (2012). *Menschen mit geistiger Behinderung. Ein Lehrbuch zur Erziehung und Bildung* (11. Aufl.). München: Reinhardt.

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung. (2003). *Lehrplan für den Förderschwerpunkt geistige Entwicklung*. München: Hintermaier.

Stahl, B. (2005). Behindertenpädagogische Begutachtung. In Stahl, B. & Irblich, D. (Hrsg.), *Diagnostik bei Menschen mit geistiger Behinderung. Ein interdisziplinäres Handbuch* (S. 215-244). Göttingen: Hogrefe.

Stake, R. E. (1972). Verschiedene Aspekte pädagogischer Evaluation. In Wulf, C. (Hrsg.), *Evaluation: Beschreibung und Bewertung von Unterricht, Curricula und Schulversuchen* (S. 92-112). München: Piper.

Staub, F. C., & Stern, E. (2002). The nature of teacher's pedagogical content beliefs matters for students' achievement gains: Quasi-experimental evidence from elementary mathematics. *Journal of Educational Psychology, 94* (2), 344-355.

Staub-Verhees, B. (2010). Das Besta-Rechenkonzept. Ein Konzept zum Erlernen lebenspraktischer Rechenfertigkeiten für intellektuell beeinträchtigte Kinder, Jugendliche und Erwachsene. Abgerufen am 21.06.2015, von http://www.besta-rechenkonzept.ch/

Stern, E. (2005). Kognitive Entwicklungspsychologie des mathematischen Denkens. In von Aster, M. & Lorenz, J. H. (Hrsg.), *Rechenstörungen. Neurowissenschaft, Psychologie, Pädagogik* (S. 137-149). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.

Stern, E., & Staub, F. C. (2000). Mathematik lernen und verstehen: Anforderungen an die Gestaltung des Mathematikunterrichts. In Inckermann, E., Kahlert, J. & Speck-Hamdan, A. (Hrsg.), *Sich Lernen leisten. Grundschule vor den Herausforderungen der Wissenschaft* (S. 90-100). Neuwied: Luchterhand.

Stiehler, M. (2012). *Mit Legosteinen Rechnen lernen*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.

Stöppler, R., & Wachsmuth, S. (2010). *Förderschwerpunkt Geistige Entwicklung. Eine Einführung in didaktische Handlungsfelder*. Paderborn: Schöningh.

Streit, C., & Royar, T. (2012). Förderung der diagnostischen Kompetenz angehender Lehrpersonen in der Vorschul- und Primarstufe. In Ludwig, M. & Kleine, M. (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2012* (S. 849-852). Münster: WTM.

Temperley, H., Wilson, A., Barrar, H., & Fung, I. (2007). *Teacher professional learning and development: Best evidence synthesis iteration*. Wellington, New Zealand: Ministry of Education.

Tenorth, H.-E. (2006). Professionalität im Lehrerberuf. Ratlosigkeit der Theorie, gelingende Praxis. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 9* (4), 580-597.

Terhart, E. (2010). Heterogenität der Schüler – Professionalität der Lehrer: Ansprüche und Wirklichkeiten. In Ellger-Rüttgardt, S. L. & Wachtel, G. (Hrsg.), *Pädagogische Professionalität und Behinderung. Herausforderungen aus historischer, nationaler und internationaler Perspektive* (S. 89-104). Stuttgart: Kohlhammer.

Terhart, E. (2011). Lehrerberuf und Professionalität. Gewandeltes Begriffsverständnis – neue Herausforderungen. *Zeitschrift für Pädagogik, Beiheift, 57*, 202-224.

Terhart, E. (2012). Wie wirkt Lehrerbildung? Forschungsprobleme und Gestaltungsfragen. *Zeitschrift für Bildungsforschung, 2* (1), 3-21.

Teumer, S. (2012). *Beratung als Herausforderung für Grund- und Förderschullehrkräfte im Spannungsfeld der Neugestaltung des Schulanfangs. Fallporträts im Spiegel des Arbeitsbogenkonzepts*. München: Klinkhardt.

Thompson, J. R., Bryant, B., Campbell, E. M., Craig, E. M., Hughes, C., Rotholz, D. A., et al. (2004). Supports Intensity Scale. Abgerufen am 17.04.2015, von https://aaidd.org/docs/default-source/ sis-docs/sisoverview.pdf?sfvrsn=2

Tirosh, D., Tsamir, P., Levenson, E., & Tabach, M. (2011). From preschool teachers' professional development to children's knowledge: comparing sets. *Journal of Mathematics Teacher Education, 14* (2), 113-131.

Tournaki, N. (2003). The differential effects of teaching addition through strategy instruction versus drill and practice to students with and without learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 36* (5), 449-458.

Towse, J. H., & Hitch, G. J. (1996). Performance demands in the selection of objects for counting. *Journal of Experimental Child Psychology, 61*, 67-79.

Ufer, S., Heinze, A., & Lipowsky, F. (2015). Unterrichtsmethoden und Instruktionsstrategien. In Bruder, R., Hefendehl-Hebeker, L., Schmidt-Thieme, B. & Weigand, H.-G. (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 411-434). Wiesbaden: Springer Spektrum.

Urban, D., & Mayerl, J. (2011). *Regressionsanalyse: Theorie, Technik und Anwendung.* (4. Aufl.). Wiesbaden: Springer VS.

Van Driel, J. H., & Berry, A. (2012). Teacher professional development focusing on pedagogical content knowledge. *Educational Researcher, 41* (1), 26-28.

vanMarle, K., & Wynn, K. (2009). Infants' auditory enumeration: Evidence for analog magnitudes in the small number range. *Cognition, 111*, 302-316.

Verband Sonderpädagogik e. V. (2007). Standards der sonderpädagogischen Lehrerbildung. Abgerufen am 05.05.2014, von http://www.verband-sonderpaedagogik.de/upload/pdf/vds/positionen/Standards_sonderpdagogischer_Lehrerbildung.pdf

Verein Hand in Hand. (2011). Yes we can! [EU-Projekt]. Abgerufen am 15.06.2015, von http://downsyndrom-yeswecan.eu/html/project_D.html

Vogelsang, C. (2014). *Validierung eines Instruments zur Erfassung der professionellen Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften. Zusammenhangsanalysen zwischen Lehrerkompetenz und Lehrerperformanz*. Berlin: Logos. – Zugleich: Dissertation, Universität Paderborn, 2014.

Vogelsang, C., & Reinhold, P. (2013). Zur Handlungsvalidität von Tests zum professionellen Wissen von Lehrkräften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 19* (103-128).

von Aster, M. (2003). Neurowissenschaftliche Ergebnisse und Erklärungsansätze zu Rechenstörungen. In Fritz, A., Ricken, G. & Schmidt, S. (Hrsg.), *Rechenschwäche. Lernwege, Schwierigkeiten und Hilfen bei Dyskalkulie* (S. 163-178). Weinheim: Beltz.

Vygotskij, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.

Wagner, P., & Hering, L. (2014). Online-Befragung. In Baur, N. & Blasius, J. (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 661-671). Wiesbaden: Springer VS.

Walsh, K. (2001). *Teacher certification reconsidered: Stumbling for quality*. Baltimore: The Abell Foundation.

Walsh, K., & Podgursky, M. (2001). *Teacher certification reconsidered: Stumbling for quality. A rejoinder*. Baltimore: The Abell Foundation.

Walter, J. (2002). „Einer flog übers Kuckucksnest" oder welche Interventionsformen erbringen im sonderpädagogischen Feld welche Effekte? Ergebnisse ausgewählter amerikanischer Meta-und Mega-Analysen. *Zeitschrift für Heilpädagogik, 53* (11), 442-450.

Wayne, A. J., & Youngs, P. (2006). Die Art der Ausbildung von Lehrern und die Lerngewinne ihrer Schüler. *Zeitschrift für Pädagogik, Beiheift, 51*, 71-96.

Weber, G., & Rojahn, J. (2009). Intellektuelle Beeinträchtigung. In Schneider, S. & Margraf, J. (Hrsg.), *Lehrbuch der Verhaltenstherapie. Band 3: Störungen im Kindes- und Jugendalter.* (S. 351-366). Heidelberg: Springer.

Wehmeyer, M., Buntnix, W. H. E., Lachapelle, Y., Luckasson, R. A., Schalock, R., & Verdugo, M. A. (2008). The intellectual disability construct and its relation to human functioning. *Intellectual and Developmental Disabilities, 46* (4), 311-318.

Weiber, R., & Mühlhaus, D. (2014). *Strukturgleichungsmodellierung. Eine anwendungsorientierte Einführung in die Kausalanalyse mit Hilfe von AMOS, SmartPLS und SPSS* (2. Aufl.). Berlin: Springer.

Weinert, F. E. (2000). Lehren und Lernen für die Zukunft – Ansprüche an das Lernen in der Schule. *Pädagogische Nachrichten Rheinland-Pfalz, 2*, 1-16.

Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In Weinert, F. E. (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (S. 17-31). Weinheim: Beltz.

Weinhold Zulauf, M., Schweiter, M., & von Aster, M. (2003). Das Kindergartenalter: Sensitive Periode für die Entwicklung numerischer Fertigkeiten. *Kindheit und Entwicklung, 12* (4), 222-230.

Wellenreuther, M. (2010). Fördern im Mathematikunterricht – aber wie? *Lehren & Lernen, 36* (4), 20-24.

Wember, F. B. (1998). Zweimal Dialektik: Diagnose und Intervention, Wissen und Intuition. *Sonderpädagogik, 28* (2), 106-120.

Wember, F. B. (2009). Qualitätsanalyse und Standards der sonderpädagogischen Förderung. In Wember, F. B. & Prändl, S. (Hrsg.), *Standards der sonderpädagogischen Förderung* (S. 23-39). München: Reinhardt.

Werner, B. (1999). Rechenschwäche oder nicht geförderte Rechenfähigkeiten? *Zeitschrift für Heilpädagogik, 50* (10), 471-476.

Werner, B. (2009). *Dyskalkulie – Rechenschwierigkeiten. Diagnose und Förderung rechenschwacher Kinder an Grund- und Sonderschulen*. Stuttgart: Kohlhammer.

Wilbert, J., & Grünke, M. (2010). Ein Vergleich des Lehrerbildes von Schülern der Förderschule Lernen und der Regelschule. *Heilpädagogische Forschung, 36* (1), 2-14.

Wittmann, E. C. (2001). Ein alternativer Ansatz zur Förderung „rechenschwacher" Kinder. Abgerufen am 26.11.2014, von http://www.mathematik.uni-dortmund.de/ieem/mathe2000/pdf/foerderansatz.pdf

Wittmann, E. C. (2009). *Grundfragen des Mathematikunterrichts* (6. Aufl.). Wiesbaden: Vieweg + Teubner.

Wittmann, E. C., & Müller, G. N. (2008a). *Schweizer Zahlenbuch 1*. Zug: Klett und Balmer.

Wittmann, E. C., & Müller, G. N. (2008b). *Schweizer Zahlenbuch 2*. Zug: Klett und Balmer.

Wittmann, E. C., & Müller, G. N. (2009). *Schweizer Zahlenbuch 3*. Zug: Klett und Balmer.

Wynn, K. (1990). Children's understanding of counting. *Cognition, 36*, 155-193.

Wynn, K. (1992). Children's acquisition of the number words and the counting system. *Cognitive Psychology, 24*, 220-251.

Wynn, K. (1996). Infants' individuation and enumeration of actions. *American Psychological Society, 7* (3), 164-169.

Wynn, K., Bloom, P., & Chiang, W.-C. (2002). Enumeration of collective entities by 5-month-old infants. *Cognition, 83*, 55-62.

Zembylas, M. (2007). Emotional ecology: The intersection of emotional knowledge and pedagogical content knowledge in teaching. *Teaching and Teacher Education, 23*, 355-367.

Zlatkin-Troitschanskaia, O., & Seidel, J. (2011). Kompetenz und ihre Erfassung – das neue „Theorie-Empirie-Problem" der empirischen Bildungsforschung? In Zlatkin-Troitschanskaia, O. (Hrsg.), *Stationen Empirischer Bildungsforschung. Traditionslinien und Perspektiven* (S. 218-233). Wiesbaden: Springer VS.

Züll, C., & Menold, N. (2014). Offene Fragen. In Baur, N. & Blasius, J. (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 713-719). Wiesbaden: Springer VS.

Zur Oeveste, H. (1987). *Kognitive Entwicklung im Vor- und Grundschulalter: eine Revision der Theorie Piagets*. Göttingen: Hogrefe.

11 Anhang

11.1 Statistische Daten zum quantitativen Untersuchungsteil

Tabelle 23: Kappa als Mass für die Interrater-Reliabilität bei Items mit offenem Format

Item-Nr.	Kappa-Koeffizient κ	Asymptotischer Standardfehler	Näherungsweises T	Näherungsweise Signifikanz
5	0.759	0.051	11.895	.000
6	0.878	0.037	13.395	.000
7	0.647	0.060	8.986	.000
10	0.872	0.037	14.093	.000
12	0.892	0.035	13.922	.000
13	0.907	0.031	14.477	.000
16a/16	0.963	0.021	14.876	.000
16b/17	0.880	0.042	12.927	.000
16c/18	0.859	0.044	11.973	.000
16d/19	0.918	0.030	14.613	.000
16e/20	0.925	0.032	13.685	.000

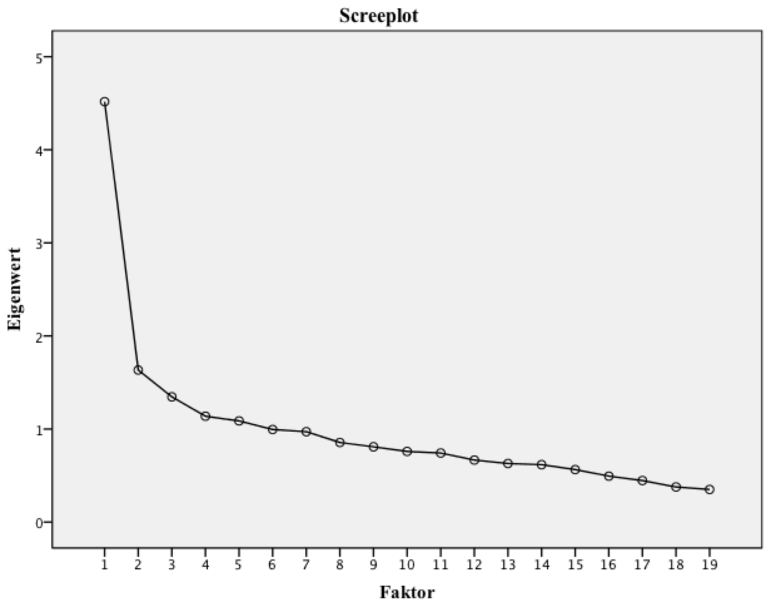

Abbildung 42: Screeplot als Bestimmungsmass der Faktorenanzahl

Tabelle 24: Korrelationsmatrix basierend auf Korrelation nach Spearman

Item-Nr.	Beschreibung		C5	C6	C7	L8	L9	C10	L11	C12	C13	L14	L15	C16	C17	C18	C19	C20	L21	L22	L23
C5	Unendlichkeit N_0	Korrelations-koeffizient	1.000	.127	.106	.081	.060	.189*	.147	.161	.278**	.070	.053	.178*	.051	.139	.058	.206*	.063	.051	.166
		Sig. (2-seitig)	.	.143	.221	.353	.486	.028	.089	.063	.001	.422	.545	.038	.555	.108	.506	.016	.471	.556	.054
C6	Hilfestellung Zählen	Korrelations-koeffizient	.127	1.000	.205*	.194*	.168	.382**	.176*	.310**	.249**	.150	.125	.359**	.259**	.243**	.274**	.219*	.303**	.261**	.193*
		Sig. (2-seitig)	.143	.	.017	.024	.052	.000	.041	.000	.004	.082	.147	.000	.002	.004	.001	.011	.000	.002	.025
C7	Bedeutung der Null	Korrelations-koeffizient	.106	.205*	1.000	.204*	.236**	.112	-.061	.161	.186*	.166	.310**	.174*	.241**	.103	.224**	.160	.203*	.153	.163
		Sig. (2-seitig)	.221	.017	.	.018	.006	.197	.484	.062	.030	.054	.000	.043	.005	.235	.009	.064	.018	.077	.060
L8	math. Voraus-setzungen	Korrelations-koeffizient	.081	.194*	.204*	1.000	.193*	.202*	.168	.359**	.224**	.173*	.163	.186*	.193*	.031	.245**	.171*	.293**	.149	.174*
		Sig. (2-seitig)	.353	.024	.018	.	.025	.019	.051	.000	.009	.045	.059	.031	.025	.718	.004	.048	.001	.084	.043
L9	Zählprinzipien	Korrelations-koeffizient	.060	.168	.236**	.193*	1.000	.249**	-.012	.273**	.192*	.135	.060	.114	.117	.223**	.153	.188*	.166	.147	.012
		Sig. (2-seitig)	.486	.052	.006	.025	.	.004	.888	.001	.026	.118	.486	.186	.176	.009	.076	.029	.054	.089	.890
C10	Subitizing	Korrelations-koeffizient	.189*	.382**	.112	.202*	.249**	1.000	.100	.418**	.194*	.205*	.138	.279**	.277**	.293**	.265**	.205*	.225**	.237**	.277**
		Sig. (2-seitig)	.028	.000	.197	.019	.004	.	.248	.000	.024	.017	.110	.001	.001	.001	.002	.017	.009	.006	.001
L11	Konzepte von MU	Korrelations-koeffizient	.147	.176*	-.061	.168	-.012	.100	1.000	.093	.222**	-.052	.082	.299**	.169	.216*	.195*	.148	.145	.081	.155
		Sig. (2-seitig)	.089	.041	.484	.051	.888	.248	.	.283	.010	.546	.343	.000	.050	.012	.024	.087	.094	.349	.072
C12	Aufgaben-schwierigkeit	Korrelations-koeffizient	.161	.310**	.161	.359**	.273**	.418**	.093	1.000	.285**	.173*	.094	.239**	.195*	.140	.253**	.238**	.240**	.205*	.226**
		Sig. (2-seitig)	.063	.000	.062	.000	.001	.000	.283	.	.001	.044	.280	.005	.023	.105	.003	.005	.005	.017	.008
C13	Kardinalwort-prinzip	Korrelations-koeffizient	.278**	.249**	.186*	.224**	.192*	.194*	.222**	.285**	1.000	.040	.154	.262**	.180*	.193*	.260**	.228**	.155	-.012	.170*
		Sig. (2-seitig)	.001	.004	.030	.009	.026	.024	.010	.001	.	.648	.075	.002	.036	.025	.002	.008	.073	.892	.048

Tabelle wird fortgesetzt

Item-Nr.	Beschreibung		C5	C6	C7	L8	L9	C10	L11	C12	C13	L14	L15	C16	C17	C18	C19	C20	L21	L22	L23
L14	Aufbau des Zahlbegriffs	Korrelations-koeffizient	.070	.150	.166	.173*	.135	.205*	-.052	.173*	.040	1.000	.171*	-.049	.049	.052	.104	.129	.069	-.003	.108
		Sig. (2-seitig)	.422	.082	.054	.045	.118	.017	.546	.044	.648	.	.048	.571	.570	.552	.232	.136	.426	.976	.211
L15	Zahlaspekte	Korrelations-koeffizient	.053	.125	.310**	.163	.060	.138	.082	.094	.154	.171*	1.000	.150	.042	.191*	.064	.101	.384**	.202*	.177*
		Sig. (2-seitig)	.545	.147	.000	.059	.486	.110	.343	.280	.075	.048	.	.083	.630	.026	.460	.242	.000	.019	.040
C16	V: Finger	Korrelations-koeffizient	.178*	.359**	.174*	.186*	.114	.279**	.299**	.239**	.262**	-.049	.150	1.000	.170*	.344**	.456**	.352**	.185*	.146	.191*
		Sig. (2-seitig)	.038	.000	.043	.031	.186	.001	.000	.005	.002	.571	.083	.	.048	.000	.000	.000	.032	.091	.027
C17	V: TouchMath	Korrelations-koeffizient	.051	.259**	.241**	.193*	.117	.277**	.169	.195*	.180*	.049	.042	.170*	1.000	.232**	.335**	.233**	.147	.041	.196*
		Sig. (2-seitig)	.555	.002	.005	.025	.176	.001	.050	.023	.036	.570	.630	.048	.	.007	.000	.007	.090	.633	.023
C18	V: Kutzer Zug	Korrelations-koeffizient	.139	.243**	.103	.031	.223**	.293**	.216*	.140	.193*	.052	.191*	.344**	.232**	1.000	.370**	.260**	.212*	.179*	.248**
		Sig. (2-seitig)	.108	.004	.235	.718	.009	.001	.012	.105	.025	.552	.026	.000	.007	.	.000	.002	.014	.037	.004
C19	V: Rechen-schiffchen	Korrelations-koeffizient	.058	.274**	.224**	.245**	.153	.265**	.195*	.253**	.260**	.104	.064	.456**	.335**	.370**	1.000	.280**	.195*	.118	.196*
		Sig. (2-seitig)	.506	.001	.009	.004	.076	.002	.024	.003	.002	.232	.460	.000	.000	.000	.	.001	.023	.172	.023
C20	V: Kieler Zah-lenbilder	Korrelations-koeffizient	.206*	.219*	.160	.171*	.188*	.205*	.148	.238**	.228**	.129	.101	.352**	.233**	.260**	.280**	1.000	.130	.064	.145
		Sig. (2-seitig)	.016	.011	.064	.048	.029	.017	.087	.005	.008	.136	.242	.000	.007	.002	.001	.	.133	.458	.093
L21	Seriation	Korrelations-koeffizient	.063	.303**	.203*	.293**	.166	.225**	.145	.240**	.155	.069	.384**	.185*	.147	.212*	.195*	.130	1.000	.469**	.235**
		Sig. (2-seitig)	.471	.000	.018	.001	.054	.009	.094	.005	.073	.426	.000	.032	.090	.014	.023	.133	.	.000	.006
L22	Klassifikation	Korrelations-koeffizient	.051	.261**	.153	.149	.147	.237**	.081	.205*	-.012	-.003	.202*	.146	.041	.179*	.118	.064	.469**	1.000	.110
		Sig. (2-seitig)	.556	.002	.077	.084	.089	.006	.349	.017	.892	.976	.019	.091	.633	.037	.172	.458	.000	.	.205
L23	Teil-Ganzes	Korrelations-koeffizient	.166	.193*	.163	.174*	.012	.277**	.155	.226**	.170*	.108	.177*	.191*	.196*	.248**	.196*	.145	.235**	.110	1.000
		Sig. (2-seitig)	.054	.025	.060	.043	.890	.001	.072	.008	.048	.211	.040	.027	.023	.004	.023	.093	.006	.205	.

11.2 Lebenslauf

Persönliche Daten

Name, Vorname:	Jandl, Sarah
Geburtsdatum:	24.07.1986
Adresse:	Schaffhauserstrasse 6, 8400 Winterthur
E-Mail:	sarah.jandl@gmx.net

Ausbildung

seit Frühjahr 2012	Doktoratsprogramm Erziehungswissenschaft an der Universität Zürich: Promotionsvorhaben mit dem Titel „Mathematikspezifisches Professionswissen von Sonderpädagoginnen und Sonderpädagogen" Erstbetreuung durch Prof. Dr. Elisabeth Moser Opitz
2008–2010	Master of Arts in Schulischer Heilpädagogik, Universität Fribourg
2006–2008	Bachelor of Arts PHTG in Primary Education, Kreuzlingen
2002–2006	Pädagogische Maturitätsschule, Kreuzlingen

Beruflicher Werdegang

seit 01.01.2014	Teilzeitstelle als Schulische Heilpädagogin an der Primarschule Lind in Winterthur, Einzelunterricht, Kindergarten bis 6. Klasse
2013	Teilzeitstelle als Schulische Heilpädagogin an der Primarschule Volta in Basel, 3. und 5. Klasse, integrative Förderung und Deutsch als Zweitsprache
2010–2013	Vollzeitstelle als Schulische Heilpädagogin an der Orientierungsschule Vogesen in Basel, 5. bis 7. Klasse, integrative Förderung
2009–2010	Arbeit als Schulische Heilpädagogin an der Primarschule Murten
2009	Arbeit als Schulische Heilpädagogin an der Primarschule Wünnewil

Projektarbeit

seit Sommer 2013	Mitarbeit im SNF-Projekt „SirIus", eine Interventionsstudie zur Förderung von Inklusion und Schulleistung in Primarklassen
2011–2013	Mitarbeit im Projekt „Professionelles mathematisches Wissen von Kindergartenlehrpersonen" an der Universität Zürich

Aus- und Weiterbildungstätigkeit

2015	Lehrauftrag an der Schweizer Hochschule für Logopädie Rorschach (SHLR) zum Thema Dyskalkulie/Rechenschwäche

Tagungsbeitrag

2013	Erfassung professioneller mathematischer Kompetenzen von Lehrkräften im Elementarbereich. 47. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (GDM). In Zusammenarbeit mit Elisabeth Moser Opitz und Brigitte Hepberger. Münster, 6. März.